

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2000-075032

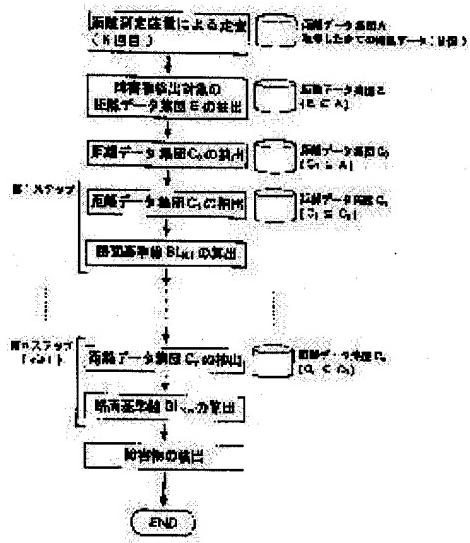
(43) Date of publication of application : 14.03.2000

(21) Application number : 10-248477 (71) Applicant KOMATSU LTD

(22) Date of filing : 02.09.1998 (72) Inventor : OGAWA YOSHIHIRO

(54) METHOD FOR DETECTING AND ESTIMATING PRESENCE OF OBSTACLE ON TRAVELING PATH

(57) Abstract:



PROBLEM TO BE SOLVED: To detect the presence of an obstacle on a pavement along with rough distance and direction thereof by scanning the pavement one-dimensionally with laser light, or the like, and detecting variation in the amplitude of irregularities on the pavement caused by the presence of an obstacle.

SOLUTION: A distance comparison data group E of measuring points within a specified pavement width in the expected traveling direction is extracted along with a pavement reference data group Co of measuring points

in the vicinity thereof from a distance data population A. data operation is repeated up to n-th step based on a distance data C1 extracted from a data population C0 and a pavement reference line BLk,j is calculated at each step thus deriving a final pavement reference line BLk,n. Each distance data at all measuring points in the data group E is then compared, at the comparing section of an operating unit, with the distance value on the reference line BLk,n corresponding to each measuring point thus determining the presence of an obstacle.

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A single dimension is made to scan the distance measuring equipment installed on the car it runs, A statistics processing-operation extracts a part or all distance data from the distance data population A of all the measure points for every one scan in the datum-line calculation section of an arithmetic unit, and he is the road surface datum-line data ensemble C1. It extracts, Using said extracted distance data, based on predetermined operation expression, the data operation of the 1st step is performed and it is road surface datum-line BLK.1. It determines in the datum-line calculation section, road surface datum-line BLK.j-1 of the j-1st steps corresponding to the part or all the distance data, and each measure point of those of said distance data population A -- comparing the upper (number of steps from j:2 to n) distance value -- new -- distance data ensemble Cj It extracts. Furthermore, it is based on the distance data ensemble's Cj (number of steps from j:2 to n) newly extracted distance data, and is road surface datum-line BLK.j of the j-th step. It computes, This is repeated to the n-th step and it is final road surface datum-line BLK.n. It determines in the datum-line calculation section, And route datum-line BLK.n corresponding to the part or all the distance data, and each measure point of those of said distance data population A at the comparator of an arithmetic unit Compare the upper distance value and an obstruction transit on the street is detected. The detection approach of the obstruction transit on the street characterized by including shifting to the scan on and after next time furthermore.

[Claim 2] All in the predetermined road width of the transit schedule direction or some distance data are extracted from said distance data population A, and it considers as the distance comparison data ensemble E, All near [predetermined] the road width of the transit schedule direction or some distance data are extracted from said distance data population A, and he is the road surface datum-line data ensemble CO. By carrying out and the operation for every step instead of [of said distance data population A] -- said road surface datum-line data ensemble CO from -- distance data ensemble Cj who extracted from -- road surface datum-line BLK.j determining in the datum-line calculation section of an arithmetic unit -- Said

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

last road surface datum-line BLK.n corresponding to all the distance data and each measure point which belong to said distance comparison data ensemble E in case the comparator of an arithmetic unit compares The detection approach of an obstruction including comparing the upper distance value according to claim 1.

[Claim 3] About the value compared by the comparator of said arithmetic unit, they are the distance data of each measure point, and said last road surface datum-line BLK.n. About a difference with the distance value to which it corresponds [upper], it is the road surface datum-line BLK.n. The detection approach of the obstruction according to claim 1 or 2 made into the rate of deflection which **(ed) with the distance value to which it corresponds [upper].

[Claim 4] The extract of said distance data ensemble Cj (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step It is based on the standard road surface datum line latest starting time set as the beginning of each scan, and they are said distance data population A or the road surface datum-line data ensemble CO. It asks for the deflection or the rate of deflection with a corresponding distance value on the distance data of each measure point, and said standard road surface datum line latest starting time. The detection approach of the obstruction according to claim 2 or 3 performed by extracting the distance data in the threshold.

[Claim 5] An extract of said distance data ensemble Cj (number of steps of the arbitration from j:1 to n) who can set at the j-th step Road surface datum-line BLK.j-s obtained by the data operation before s step It is based. Said distance data population A or road surface datum-line data ensemble CO Distance data and said road surface datum-line BLK.j-s of each measure point It asks for the upper deflection or the upper rate of deflection with a corresponding distance value. The detection approach of the obstruction according to claim 2 or 3 performed by extracting the distance data in the threshold.

[Claim 6] The extract of said distance data ensemble Cj (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step Road surface datum-line BLK-q.n computed from the scan q times ago (it contains also last time) It is based. Said distance data population A or road surface datum-line data ensemble CO Distance data and said road surface datum-line BLK-q.n of each measure point It asks for the upper deflection or the upper rate of deflection with a corresponding distance value. The detection approach of the obstruction according to claim 2 or 3 performed by

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

extracting the distance data in the threshold.

[Claim 7] The extract of said distance data ensemble C_j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step Road surface datum-line BLK-q.n computed by the scan q times ago (it contains also last time) It is based on the deflection or the rate of deflection computed from the distance data obtained by the scan q times ago. Said distance data population A by the scan of this time (the Kth time) in the threshold, or road surface datum-line data ensemble CO The detection approach of the obstruction according to claim 2 or 3 performed by extracting the distance data corresponding to each measure point.

[Claim 8] The detection approach of an obstruction according to claim 6 or 7 of dividing into two or more fields the range scanned by said single dimension, and changing the value of the threshold of the data extraction in each field.

[Claim 9] The detection approach of an obstruction transit on the street that the combination of the extract approach according to claim 4 to 7 extracts said distance data ensemble C_j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step.

[Claim 10] Road surface datum-line BLK.j which asks for said road surface datum-line BLK.j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step with the distance data for every measure point Deflection d_i The detection approach of an obstruction according to claim 1 to 3 of computing and determining that the total of the m-th power of an absolute value will consider as min.

[Claim 11] The detection approach of the obstruction according to claim 1 to 3 determined by computing as a line by which it was not concerned with the location of a measure point, but only the constant rate offset said road surface datum-line BLK.j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step from said standard road surface datum line latest starting time.

[Claim 12] The detection approach of the obstruction according to claim 1 to 3 determined by computing said road surface datum-line BLK.j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step as a line which has the predetermined amount of offset, offsets and is obtained from said standard road surface datum line latest starting time for every measure point.

[Claim 13] said road surface datum-line BLK-q.n which was not concerned with the location of a measure point but was computed by the scan q times ago (it contains also last time) in said road surface datum-line BLK.j (number of steps of the

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

arbitration from j:1 to n) in the j-th step from -- the detection approach of the obstruction according to claim 1 to 3 which boils computing as a line which offset only the constant rate, and is determined more.

[Claim 14] said road surface datum-line BLK-q.n computed by the scan q times ago (it contains also last time) for every measure point in said road surface datum-line BLK.j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step from -- the detection approach of the obstruction according to claim 1 to 3 computed as a line offset and obtained with the predetermined amount of offset.

[Claim 15] The detection approach of an obstruction according to claim 1 to 3 that said road surface datum-line BLK.j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step is the straight line drawn from the height of distance measuring equipment by the pitch angle of distance measuring equipment and/or a roll angle, and the list based on a geometric constraint.

[Claim 16] It is made to scan respectively in single dimension with the inclination from which an obstruction is a mobile, and a car comes to have said 1st and 2nd distance measuring equipment, and differs each distance measuring equipment, If existence of the distance data besides a threshold is checked by some distance data by said comparator circuit at the time of the scan of each 1st and 2nd distance measuring equipment The detection approach of the obstruction according to claim 1 which comes to contain detecting the passing speed and the migration direction of a mobile from the detection time difference between the scan point of each of that corresponding distance data, and this point.

[Claim 17] A single dimension is made to scan the distance measuring equipment installed on the car it runs, the distance data population A of all the measure points for every one scan, or road surface datum-line data ensemble CO in the road width of them from -- computing the road surface datum line in step j-1 by the statistics processing-operation using the data ensemble who extracted -- Distance data ensemble Cj in step j Before extracting, existence of an obstruction is presumed, and in a "nothing" case, it is Cj. Extract processing is omitted, and it shifts to the next scan, and, in the case of a "****", is Cj. The existence-or-nonexistence presumption approach of the obstruction transit on the street characterized by making extract processing.

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the method of detecting various kinds of obstructions which exist in the transit on the street by cars, such as a mobile robot and an autonomous transit car, for example, a rugged terrain form and rock, a fallen tree, the mobile coming flying, and the presumed approach of the existence or nonexistence.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order for the above-mentioned car to autonomy-run or half-autonomous run, the irregularity of front geographical feature must be recognized. For that purpose, it is necessary to measure the distance, the height, and its direction of [from a car to a rugged terrain form]. What used the laser range finder and the stereoscopic camera as equipment for recognizing these terrestrial obstructions conventionally is known. Using these equipments, the conventional detection system measured the ground two-dimensional, created the detailed rugged terrain Fig. of geographical feature, and has detected the obstruction.

[0003] The case where the laser range finder which two dimensions are made to scan a laser beam below, and detects the distance to an obstruction, height, and its range below at a precision is used is explained briefly. Drawing 14 shows the outline of the laser distance measuring equipment of a 2-dimensional scan type. According to this drawing, laser distance measuring equipment is equipment which measures the distance from time amount until the laser beam which carried out outgoing radiation towards the object reflects and returns to an object. At this time, by scanning the laser beam (transmitting light) emitted from the laser oscillation machine 100 to two dimensions using a rotating polygon 101 and a galvanomirror 102, distance data are detected one after another and the distance to each point in sensing area is measured.

[0004] When it is going to perform this measurement from on a car, a laser beam is scanned to two dimensions, sensing is repeated over the whole area a car tends to run, the exact map (altitude map) in which the irregularity (altitude) of geographical feature was described is created from the distance data and bearing of each point,

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

the field (obstruction field) which cannot run a car is detected, and a transit path is planned.

[0005] In order to create said altitude map generally, it is made by computing the coordinate (location: X, Y, Z) of each measure point in drawing 15 from the geometric constraint (Inclination th, the vectorial angle alp and height Hs of a measuring device to a measure point, measurement distance L) of laser distance measuring equipment and a measure point. At this time, the coordinate location (X, Y, Z) of each measure point receives pitching of a car, and the effect of rolling. As a cure for not receiving the effect, stop ** car or make it super-low **. ** Carry out sensing of pitching of a car body, and the rolling by a tilt-angle sensor etc. Stabilize to space ** sensor which carries out coordinate transformation of the location data using a gimbal etc. ** Installing a sensor in the center of ** wheel base which makes large ** tread (wheel track) which enlarges a wheel radius, and which lengthens ** wheel base (distance between axles), and a tread etc. needs to be considered.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the acquisition time amount and analysis time amount became long in these detection systems since the number of data increases extremely, and it was further influenced [rolling of a car, and] of pitching in measurement, it was difficult [it] to detect an obstruction with high precision, running. after [consequently,] detecting an obstruction, making it run a car by a stop or super-low ** -- usually -- transit -- not resuming -- it was impossible to have not obtained but to have taken quick action.

[0007] Therefore, the purpose of this invention performs reliable data processing, and is to offer the detection approach of the obstruction which made it possible to detect certainly the obstruction which exists in a transit on the street, or comes flying a transit on the street during the usual transit, and its existence-or-nonexistence presumption approach while it is lessening the amount of data and shortens a question sharply at the time of data-acquisition time amount and analysis, without creating a highly precise advanced map.

[0008]

[Means for Solving the Problem and its Function and Effect] This invention detects the existence or nonexistence of the obstruction transit on the street through which

NOTICES

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

a car cannot pass for every one scan, not creating a highly precise altitude map but scanning a laser beam or a supersonic wave, and a millimeter wave on a road surface at a single dimension without scanning to two dimensions like the former. That is, if this obstruction exists, paying attention to the amplitude of the irregularity of the road surface in the area becoming larger than the amplitude of other area, it will have change of the amplitude and the existence of an obstruction and a rough distance, and a direction will be detected. According to invention concerning these claims 1-17, it has the following configurations and the above-mentioned purpose is attained.

[0009] Invention concerning claim 1 makes a single dimension scan the distance measuring equipment installed on the car it runs, A statistics processing-operation extracts a part or all distance data from the distance data population A of all the measure points for every one scan in the datum-line calculation section of an arithmetic unit, and he is the road surface datum-line data ensemble C1. It extracts, Using said extracted distance data, based on predetermined operation expression, the data operation of the 1st step is performed and it is road surface datum-line BLK.1. It determines in the datum-line calculation section, road surface datum-line BLK.j-1 of the j-1st steps corresponding to the part or all the distance data, and each measure point of those of said distance data population A -- comparing the upper (number of steps of until [from j:2]) distance value -- new -- distance data ensemble Cj It extracts. Furthermore, it is based on the distance data ensemble's Cj (number of steps from j:2 to n) newly extracted distance data, and is road surface datum-line BLK.j of the j-th step. It computes in the datum-line calculation section, This is repeated to the n-th step and it is final road surface datum-line BLK.n. It determines in the datum-line calculation section, And route datum-line BLK.n corresponding to the part or all the distance data, and each measure point of those of said distance data population A at the comparator of an arithmetic unit The upper distance value is compared, an obstruction transit on the street is detected, and it shifts to the scan on and after next time. The value of immobilization is sufficient as the threshold of the comparative judgment for obstruction detection here, or when the value needs to be amended, it can also be suitably amended so that it may mention later.

[0010] That is, the datum line of a reliable road surface is set up based on the

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

distance data obtained for every scan, repeating the scan of multiple times in single dimension from the car it runs. In a setup of this road surface datum line as the 1st step for every scan Desired data are extracted [from] among said distance data obtained by scan, and he is the road surface datum-line data ensemble C1. It carries out. This extracted distance data ensemble C1 Based on distance data, the road surface datum line of the 1st step is computed. The distance data of the distance data population A are compared with the distance value corresponding to the measure point on the road surface datum line which the 1st step computed as the 2nd step. The distance data with which that compound value goes into the range of a threshold are anew extracted from all or the necessary scanning zone of the distance data population A, and he is the distance data ensemble C2. It carries out and he is this extracted distance data ensemble C2. Based on distance data, the road surface datum line of the 2nd step is computed. Such actuation is repeated to the n-th step, and it is final road surface datum-line BLK.n. It draws. Number-of-steps n at this time is suitably determined in consideration of a surrounding situation.

[0011] Invention concerning claim 1 has invention concerning claim 2, all in the predetermined road width of the transit schedule direction or some distance data are extracted from said distance data population A, and it considers as the distance comparison data ensemble E, All near [predetermined] the road width of the transit schedule direction or some distance data are extracted from said distance data population A, and he is the road surface datum-line data ensemble CO. By carrying out and the operation for every step instead of [of said distance data population A] -- said road surface datum-line data ensemble CO from -- road surface datum-line BLK[from the distance data ensemble Cj (number of steps from j:1 to n) who extracted] .j determining with an arithmetic unit -- Said last road surface datum-line BLK.n corresponding to the distance data which belongs to said distance comparison data ensemble E in case it compares in a comparator circuit, and its measure point It includes comparing the upper distance value by the comparator of an arithmetic unit.

[0012] According to this invention, besides the road surface datum-line data ensemble Cj (number of steps from j:1 to n) in claim 1 Extract all the distance data in the predetermined road width of the transit schedule direction, and it considers

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

as the distance comparison data ensemble E. All or some distance data near [predetermined] the road width of the transit schedule direction are extracted, and he is the road surface datum-line data ensemble CO. It carries out. Said road surface datum-line data ensemble CO It treats as the population of the distance data when extracting the road surface datum-line data ensemble Cj (number of steps from j:1 to n). It is considering as measurement data in case the comparator of the above-mentioned arithmetic unit compares all said distance comparison data ensemble's E distance data. This is for securing the dependability of a compound value, and uses invention and this invention of claim 1 properly according to a circumference situation.

[0013] Invention concerning claim 3 is the distance data of each measure point i, and said road surface datum-line BLK.n about the value compared by the comparator of said arithmetic unit. About a difference with the distance value to which it corresponds [upper], it is the road surface datum-line BLK.n. It considers as the rate of deflection which **(ed) with the distance value to which it corresponds [upper], and a reliable detection result is obtained.

[0014] Invention concerning claim 4 - claim 7 is in charge of the extract of said distance data for every step. If it is in invention which has specified the extract technique of the various distance data for deriving a road surface datum line, and relates to claim 4 The extract of said distance data ensemble Cj (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step It is based on the standard road surface datum line latest starting time set as the beginning of each scan, and they are said distance data population A or the road surface datum-line data ensemble C0. It asks for the deflection or the rate of deflection with a corresponding distance value on the distance data of each measure point, and said standard road surface datum line latest starting time. It carries out by extracting the distance data in the threshold.

[0015] Invention concerning claim 5 the extract of said distance data set Cj (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step Road surface datum-line BLK.j-s obtained by the data operation before s step It is based. Said distance data population A or road surface datum-line data ensemble C0 Distance data and said road surface datum-line BLK.j-s of each measure point It asks for the upper deflection or the upper rate of deflection with a corresponding distance value, and carries out by extracting the distance data in the threshold.

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

[0016] Invention concerning claim 6 the extract of said distance data ensemble C_j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step Road surface datum-line BLK-q.n computed from the scan q times ago (it contains also last time) It is based. Said distance data population A or road surface datum-line data ensemble C₀ It asks for the deflection or the rate of deflection with a corresponding distance value on the distance data of each measure point, and said road surface datum-line BLK-q.n, and carries out by extracting the distance data in the threshold.

[0017] Invention concerning claim 7 the extract of said distance data ensemble C_j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step Road surface datum-line BLK-q.n computed by the scan q times ago (it contains also last time) It is based on the deflection or the rate of deflection computed from the distance data obtained by the scan q times ago. It carries out by extracting the distance data corresponding to each measure point of said distance data population A by the scan of this time (the Kth time) in the threshold, or the distance comparison data ensemble E.

[0018] It has specified invention concerning said claim 6 or 7 having invention concerning claim 8, it dividing into two or more fields the range scanned by said single dimension, changing the value of the threshold in each field, and setting it up. And it has specified that said distance data ensemble C_j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) can be extracted with the combination of the extract approach according to claim 4 to 7 like invention concerning claim 9.

[0019] If claim 10 - claim 15 are in invention which has specified the calculation technique of the above-mentioned road surface datum-line BLK.j (number of steps of the arbitration from j:1 to n), and relates to claim 10 Said road surface datum-line BLK.j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step The distance data for every measure point, and road surface datum-line BLK.j for which it asks Deflection d_i It carries out by computing so that total of the m-th power of an absolute value may be made into min. If it is in invention concerning claim 11, it is computing as a line which was not concerned with the location of a measure point but offset only the constant rate from said standard road surface datum line latest starting time.

[0020] Moreover, invention concerning claim 12 computes said road surface datum-line BLK.j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) in the j-th step as

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

a line which has the predetermined amount of offset, offsets and is obtained from said standard road surface datum line latest starting time for every measure point.

[0021] Invention concerning claim 13 and claim 14 said road surface datum-line BLK.j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) said road surface datum-line BLK-q.n which was not concerned with the location of a measure point but was computed by the scan q times ago (it contains also last time) from -- whether it computes as a line which offset only the constant rate or said road surface datum-line BLK-q.n computed by the scan q times ago (it contains also last time) for every measure point from -- it has specified computing as a line offset with the predetermined amount of offset.

[0022] Invention concerning claim 15 is replaced with measuring only the distance from the distance measuring equipment on a car to a measure point, as mentioned above. It is what is measured also in consideration of the height of distance measuring equipment in the pitch angle of distance measuring equipment and/or a roll angle, and a list. Said road surface datum-line BLK.j (number of steps of the arbitration from j:1 to n) has specified deriving from the height of distance measuring equipment as a straight line based on a geometric constraint in the pitch angle of distance measuring equipment and/or the roll angle, and the list.

[0023] Although it is common that it is the obstruction which exists on the ground as for the above candidate for detection, invention concerning claim 16 mentions suitable technique to have specified that an obstruction may be a mobile and detect especially the near passing speed and near direction. Of course, it can be understood also by the same technique as above-mentioned invention that the migration and location can be detected. According to claim 16, it is in invention according to claim 1, the car has said 1st and 2nd distance measuring equipment, and each distance measuring equipment is made to scan respectively in single dimension with a different inclination, If existence of the distance data besides a threshold is checked by some distance data by said comparator circuit at the time of the scan of each 1st and 2nd distance measuring equipment, it includes detecting the passing speed and the migration direction of a mobile from the detection time difference between the scan point of each of that corresponding distance data, and this point.

[0024] Invention concerning claim 17, without carrying out like **** by having

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

number-of-steps n at every one scan, and repeating an extract and data operation of distance data For example, when the detection result it is supposed that an obstruction does not exist in the scan with the road surface datum line obtained by the extract and data operation of distance data of the 1st step eye comes out When the result in which it may shift to a next scan and an obstruction may exist by the detection result of the 1st step comes out without performing the extract and data operation of distance data by subsequent steps After performing the extract and data operation of distance data of the 2nd-n-th step and deciding the existence of an obstruction, the existence-or-nonexistence presumption approach of an obstruction which shifts to next scanning is specified.

[0025] Namely, the thing made to scan the distance measuring equipment installed on the car it runs in single dimension, every one scan -- the distance data population A of all measure points, or road surface datum-line data ensemble CO in a certain predetermined road width from -- extracting the part extracted by the statistics processing-operation, or all distance data -- Distance data ensemble Cj in step j It is Cj, when it presumes that there are not presuming existence of an obstruction and an obstruction before extracting. It is Cj when omitting extract processing and shifting to the next scan and owner ** are presumed. Extract processing is performed.

[0026]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of suitable operation of this invention approach is explained concretely, referring to a drawing. Drawing 1 shows the outline configuration of the distance measuring equipment using the laser beam in this example. According to this drawing, a single dimension is made to scan the laser beam from the laser oscillation machine 1 by the rotating polygon 3 through a half mirror 2, the reflected light is reflected by said half mirror 2, and it detects, and it inputs into the arithmetic unit which does not illustrate the measurement data, various kinds of statistical procedures and comparison-operation processing are performed, and the obstruction which is in a transit on the street so that it may explain below is detected. In addition, with the scan said here, it does not restrict horizontally but the perpendicular direction or the case where receive horizontally and it scans with a necessary include angle is also included.

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

[0027] Drawing 2 sketches the mode of the obstruction detection at the time of transit by the distance measuring equipment 11 installed in the car 10. In this drawing, a sign 12 is an obstruction in a transit on the street, and the condition of having detected said some of obstructions 12 existing in the location of measure point i in the middle of scanning the laser beam 13 from distance measuring equipment 11 on a sensing line is shown. Drawing 3 shows the fundamental flow of the detection approach of the obstruction by this invention, and drawing 4 shows the example of derivation of the road surface datum line at the time of the obstruction detection by the 1st example of this invention.

[0028] the distance measuring equipment 11 installed on the car 10 it runs now as shown in drawing 2 is scanned to a single dimension -- making -- the distance data population A to the part or all the distance data ensembles C1 of all measure points for the one scan of every It extracts. An extract of this distance data ensemble C1 is measurement distance value LK.i [in / as shown in drawing 4 / measure point i of said distance data population A]. Deflection (latest-starting-time.i-LK.i) with distance value latest-starting-time.i corresponding to the measure point on the standard road surface datum line latest starting time first set up for every scan is computed, and it carries out by extracting the distance data which are within the limits of the up-and-down thresholds THL1 and THH1. At this time, it is said each measurement distance value LK.i. It can replace with deflection with distance value latest-starting-time.i, and the rate of deflection by the degree type can also extract. In addition, a setup of said standard road surface datum line latest starting time is road surface datum-line BLK-1.n finally called for by the last scan with the intersection of the road surface and transit side which were assumed to be flat as shown in drawing 6 , i.e., the scanning line which can be simply found based on a geometric constraint, and various technique which is mentioned later. It uses as it is and is made. in addition, a geometric constraint (airraid pitch angle theta, roll angle phi, and height HS) -- under transit -- each time -- measuring -- a case -- it is -- obtaining .

THL2 <= (latest-starting-time.i-LK.i) / latest-starting-time.i<=THH2 -- here, THL2 is a bottom threshold and THH2 is a top threshold.

[0029] thus, obtained distance data set C1 Each measurement distance value LK.i which belongs the curve which makes min total of the square of the absolute value

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

of deflection with a curve -- asking -- this curve -- road surface datum-line BLK.1 of the 1st step ** -- it carries out.

[0030] Next, this road surface datum-line BLK.1 It uses replacing with the above-mentioned standard road surface datum line latest starting time. Measurement distance value LK.i [in / similarly / according to the above-mentioned procedure / measure point i] Said road surface datum-line BLK.1 Distance value BLK.1.i corresponding to upper measure point i It asks for deflection or the rate of deflection, and he is the distance data ensemble C2 from the distance data ensemble A. It extracts. Road surface datum-line BLK.2 of the 2nd step It asks. This math operation is repeated several times (n times), and it is final road surface datum-line BLK.n of the n-th step. It asks. Road surface datum-line BLK.2 [final at the 2nd step in this example] It has determined.

[0031] these road surface datum-line BLK.2 Each measurement distance value LK.i in each measure point i which belongs to the above-mentioned distance data population A after asking Said distance datum-line BLK.2 Distance value BLK.2.i corresponding to upper measure point i Ask for the rate of deflection and it is judged to have no obstruction, when it compares in a comparator circuit and is in the range of a threshold whether the rate of deflection is in an up-and-down threshold. Without changing a transit way, it shifts to the next scan and transit is continued in the same procedure. When it is judged as those with an obstruction, while the signal is memorized by the storage section of a computer, the directions which change a transit way are made.

[0032] In addition, road surface datum-line BLK-q.n which replaced with the above-mentioned standard road surface datum line latest starting time, and was obtained by scan q times ago [last time or] if it was in this example It can also use. Moreover, in this example, it calculates to the 2nd step, and is road surface datum-line BLK.2. Road surface datum-line BLK.1 obtained by the 1st step although asked It may be made to judge the above-mentioned obstruction immediately.

[0033] Next, what is necessary is to extract only all near [fixed] the road width with the transit schedule direction, or the distance data of some measure points in many cases, even if it does not use the distance data in all the measure points that are in a scanning zone among said distance data population A first when the 2nd still

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

more rational example of this invention is explained referring to the flow of drawing 5, and the example of derivation of the road surface datum line at the time of obstruction detection. Then, distance comparison data ensemble E of the measure point in the fixed road width which has the transit schedule direction among said distance data population A in this example Road surface datum-line data ensemble C0 of the measure point which extracts and is near [which has the transit schedule direction among said distance data population A / fixed] the road width further It is extracting.

[0034] and road surface datum-line data ensemble C0 near [said] the road width from -- said distance data ensemble Cj (number of steps of the arbitration from j:1 to n) extracted as mentioned above -- being based -- up to the n-th step -- a data operation -- repeating -- road surface datum-line BLK.j for every step computing -- final road surface datum-line BLK.n It draws. Subsequently, said road surface datum-line BLK.n corresponding to the distance comparison data ensemble's E each distance data and each measure point of all measure points The upper distance value is compared by the comparator of an arithmetic unit, and the existence of an obstruction is judged.

[0035] In addition, road surface datum-line BLK-q.n obtained by scan q times ago [last time or] in detection of the obstruction by the Kth scan It uses. Road surface datum-line BLK-q.n which determined the threshold of the upper and lower sides which extract the distance data ensemble Cj (number of steps of the arbitration from j:1 to n), or was obtained by scan q times ago [last time or] It uses, the threshold of the upper and lower sides of the comparator of an arithmetic unit is decided, and the existence of an obstruction can be detected.

[0036] Next, above-mentioned road surface datum-line BLK.j As other technique of the derivation approach, he is the distance data ensemble Cj of the j-th step. It can be based and the line by which it was not concerned with the location of a measure point, but only the constant rate offset the semi- road surface datum line latest starting time set as the beginning of each scan can also be made into a road surface datum line.

[0037] The amount of offset at this time (y) It decides by the degree type.

$y = \{\sigma(\text{latest-starting-time}.i - LK.i)\}/\text{num}$ -- here latest-starting-time.i : Distance value LK.i to the road surface corresponding to measure point i which can be found

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

from the standard road surface datum line : Distance data ensemble Cj who is a measurement distance value in measure point i acquired by the Kth scan Element num : Distance data ensemble Cj Road surface datum-line BLK.j which is the number of distance data and which was computed by the above-mentioned technique The distance value corresponding to upper measure point i is decided by the degree type.

BLK.j.i =latest-starting-time.i-y .

[0038] Moreover, the above-mentioned distance data ensemble Cj It is based and let the line which changed the amount of offset and offset the standard road surface datum line latest starting time set as the beginning of each scan according to the location of a measure point be the road surface datum line. At this time, the amount of offset in measure point i is calculated by the degree type.

y i =[sigma{(latest-starting-time.i-LK.i) /latest-starting-time.i}]
xlatest-starting-time.i/num -- here distance value LK.i to the road surface corresponding to measure point i which can be found from the latest-starting-time.i:standard road surface datum line : Distance data ensemble Cj who is a measurement distance value in measure point i acquired by the Kth scan Element num : Distance data ensemble Cj it is the number of distance data -- Road surface datum-line BLK.j computed by the above-mentioned technique The distance value corresponding to upper measure point i is decided by the degree type.

BLK.j.i =latest-starting-time.i-yi .

[0039] Furthermore, it is in this invention and is above-mentioned road surface datum-line BLK.j. As other technique of the derivation approach distance data ensemble Cj of the j-th step Road surface datum-line BLK-q.n which it was based and was computed by the scan q times ago [last time or] (eye a K-q time) [whether the line which offset the amount of offset which was not concerned with the location of measure point i, but computed only the constant rate by the above-mentioned formula is made into the datum line and] Or distance data ensemble Cj of the j-th step Road surface datum-line BLK-q.n which it was based and was computed by the scan q times ago [last time or] (eye a K-q time) The line which changed and offset the amount of offset computed by the above-mentioned formula according to the location of measure point i can also be made into the

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

datum line.

[0040] By the way, although it is usually enough to detect an obstruction transit on the street by the above-mentioned technique, when pitching and rolling of a transit car cannot be disregarded or it is going to secure a more exact detection precision, it is also possible to season coincidence with these conditions. Drawing 6 is road surface datum-line BLK.j drawn from pitch angle [of said transit car] theta, roll angle phi, and the ground in consideration of the height Hs to distance measuring equipment. It is shown.

[0041] That is, it is road surface datum-line BLK.j about the straight line which replaces with measuring only the distance from the distance measuring equipment on the car mentioned already to a measure point, measures height Hs in air raid pitch angle [of distance measuring equipment] theta and/or roll angle phi, and a list, assumes a road surface to be a flat surface, and can be found from the geometric constraint shown in the intersection of this road surface and the scan layer of distance measuring equipment, i.e., drawing 6. It can also derive by carrying out. In this case, in attaching in a car, or judging the existence of an obstruction based on height Hs in air raid pitch angle [of the distance measuring equipment detected at the time of car transit] theta and/or roll angle phi, and a list, as distance measuring equipment is shown in drawing 6 through a stabilizer, the need of amending the above-mentioned threshold beforehand set as the comparator may arise.

[0042] Drawing 7 shows the range measurement mode from the transit car at the time of rolling. The difference of (distance value BLK.n.i corresponding to measure point i on the road surface datum line) to (measurement distance value LK.i to the point of said failure lifter) turns into deflection di so that he can understand also from this drawing. Height Hi of the obstruction at the time of rolling and pitching When the value of the rate of deflection separates from an up-and-down threshold as shown in drawing 7 since it understood that it is proportional to di/BLK.n.i (rate of deflection), it can be judged that there is an obstruction with the height which should be avoided.

[0043] Moreover, also when there is a concavity which cannot be exceeded to a transit on the street according to this invention, it is possible to detect the concavity. Here, with the concavity which a car cannot exceed, it is dependent on the width of

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

face W of a cavity. Drawing 8 shows the detection mode in case a concavity is in a transit on the street. Now, the car is running with the mean velocity of V and presupposes that the scan of the single dimension by distance measuring equipment was made K times.

[0044] In order to detect the concavity which cannot be passed [said], when detecting as an obstruction of concave continuously and filling THLEN<Vxa/f in measure point i about all the scans from a scan a times ago (K-a time) to the Kth time, measure point i is judged to be the concavity in which **** is impossible. here -- f -- the scan rate (Hz) of distance measuring equipment, and THLEN -- a threshold -- it is -- Vxa/f -- the width of face W of a concavity -- abbreviation -- it is equal.

[0045] All the above operations are performed by the arithmetic unit 14 as shown in drawing 9. This arithmetic unit 14 is the distance data population A acquired with distance measuring equipment 11 inside to the road surface datum-line data ensemble CO. And the pretreatment section which extracts the distance comparison data ensemble E, said distance data population A or said road surface datum-line data ensemble CO from -- the datum-line operation part which derives a road surface datum line -- The comparator which judges the existence or nonexistence of an obstruction using the deflection or the rate of deflection computed from the road surface datum line drawn in this datum-line operation part, and each distance data of said distance data population A or the distance comparison data ensemble E, While receiving distance data from distance measuring equipment, it has the I/F section which transmits obstruction data (a direction, distance, height) to a car control apparatus, and the control section which controls data transmission and reception of this I/F section.

[0046] Here, he is said road surface datum-line data ensemble CO. It is the data ensemble who consists of all distance data extracted from the distance data population A which is obtained by one scan of distance measuring equipment, and which is all distance data ensembles, or some distance data, and is road surface datum-line BLK.j of the j-th step. The data ensemble who is to the base when deriving is said. Moreover, said distance comparison data ensemble E is a data ensemble who consists of all that are in the predetermined road width of the transit schedule direction among all the distance data obtained by one scan of distance

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

measuring equipment, or some distance data, and is a data ensemble employed when judging the existence or nonexistence of an obstruction in the above-mentioned comparator circuit.

[0047] On the other hand, in the detection approach of the obstruction by this invention, the case where it is sufficient if various kinds of data processing is not performed as mentioned above but ** also presumes the existence of still easier data processing or an obstruction is also included. That is, he is the distance data ensemble C1 of the 1st step to the flow of the detection approach by the 1st and 2nd examples of the above of an obstruction. Before extracting, he is the road surface datum-line data ensemble C0. When it uses, the existence of an obstruction is presumed and it is presumed that he has no obstruction, he is the distance data ensemble C1. The processing after an extract is omitted and an improvement of processing speed can be further aimed at by shifting to the next scan.

[0048] Drawing 10 is the flow of the presumed approach of the 1st obstruction existence, and its road surface datum-line BLK.n. It is shown. The above-mentioned road surface datum-line data ensemble C0 It sets, and if it is within the range with all differences dLi ($=LK.i-p-LK.i$) of the distance value between a ***** measure point ($i-1, i$) or the measure point of fixed spacing, it will be presumed that he has no obstruction. On the other hand, when what is not within the range exists, it is judged as those with an obstruction, and he is the distance data ensemble Cj of the 2nd example of the above. It shifts to extract processing.

[0049] In this case, road surface datum-line data ensemble C0 It can set, can have the ratio rLi ($=LK.i-p / LK.i$) of the distance value between an adjacent measure point or the point of fixed spacing, and the existence of an obstruction can also be presumed. Moreover, road surface datum-line data ensemble C0 Difference of the detection distance between the measure point which sets and adjoins each other, or the measure point of fixed spacing dLi or ($=LK.i-p-LK.i$) ratio The ensemble who consists of rLi ($=LK.i-p / LK.i$) is constituted, and the existence of an obstruction is presumed by dispersion in these ensembles (standard deviation, distribution). Furthermore, two or more above-mentioned approaches may be combined, and data correction may be judged by the logical operation (an AND, OR).

[0050] Drawing 11 shows the flow of the presumed approach of the existence of the

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

2nd obstruction, and its road surface datum-line BLK.n. Before extracting the distance data ensemble C1 to the presumed approach of the 1st above-mentioned obstruction existence Road surface datum-line data ensemble C0 Road surface datum-line BLK.0 used and computed When it uses, the existence of an obstruction is presumed and it is presumed that he has no obstruction, the processing after an extract of the distance data ensemble C1 is omitted, and the improvement of processing speed is aimed at by shifting to the next scan.

[0051] the road surface datum-line data ensemble CO and this road surface datum-line data ensemble C0 who consist of all or a part of distance data population A which consists of all distance data of each measure point which measured with distance measuring equipment and was acquired from -- road surface datum-line BLK.0 computed by the above-mentioned technique Functionality is investigated, and when the functionality is high, it is presumed that he has no obstruction. On the other hand, when that is not right, it is judged as those with an obstruction, and he is the distance data ensemble Cj of said 2nd example. It shifts to extract processing.

[0052] Moreover, there are the following methods other than technique of presuming the existence of the obstruction using the above-mentioned functionality. Said road surface datum-line BLK.0 Deflection di (BLK.0.i-LK.i) of distance value BLK.0.i corresponding to upper measure point i, and measurement distance value LK.i (LK.i **E) in measure point i, Or it is distance value BLK.0.i about the deflection di. Rate di of deflection/BLK.0.i which **(ed) If it is within the predetermined range altogether, it will be presumed that he has no obstruction. On the other hand, when that is not right, it is judged as those with an obstruction, and he is the distance data ensemble Cj of said 2nd example. It shifts to extract processing.

[0053] Furthermore, said road surface datum-line BLK.0 Distance value BLK.0.i corresponding to upper measure point i The ensemble B3 who consists of deflection di (=BLK.0.i-LK.i) with measurement distance value LK.i (LK.i **E) in measure point i is constituted, and if it is below in a value with dispersion in this ensemble B3 (standard deviation, distribution), it will be presumed that he has no obstruction. On the other hand, when that is not right, it is judged as those with an obstruction, and he is the distance data ensemble Cj of said 2nd example. It shifts to the above-mentioned extract processing.

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

[0054] Or said road surface datum-line BLK.0 Distance value BLK.0.i corresponding to upper measure point i The deflection di (=BLK.0.i-LK.i) with measurement distance value LK.i (LK.i **E) in measure point i distance value BLK.0.i Rate di/BLK of deflection .0.i which **(ed) from -- becoming ensemble B4 is constituted, and if it is below in a value with dispersion in this ensemble B4 (standard deviation, distribution), it will be presumed that he has no obstruction. On the other hand, when that is not right, it is judged as those with an obstruction, and he is the distance data ensemble Cj of said 2nd example. It shifts to extract processing. Moreover, there is also an approach which combined two or more these presumed approaches.

[0055] Furthermore, according to the detection approach not only concerning detection of the obstruction which exists on the ground but this invention, before arriving a mobile at the transit location of a detection car, since it is fully detectable, the detection approach of the obstruction in this invention can also detect the near location and the magnitude of a mobile, while a detection car runs.

[0056] Drawing 12 shows typically the time of detection by the distance measuring equipment concerning this invention on the car to coming flying [of a mobile]. That is, a single dimension is made to scan distance measuring equipment 11 with the predetermined inclination theta, as shown in this drawing. Supposing the range measurement limit by said distance measuring equipment 11, for example, a laser distance sensor, is 300m, using the rate of the mobile 120 here as 300 m/sec If less than 50 msec, for example, a mobile, are a missile, the processing speed which measures with distance measuring equipment 11, and is taken to discover From the ability to make within 20 msec, time amount after discovering until an interception command is emitted and intercepts (50msec+20msec) It is possible for it to be set to x300 m/sec(= 21m) <300m, and to cope with it to coming flying [of said mobile 120] with sufficient allowances.

[0057] Drawing 13 is a mimetic diagram in case the distance measuring equipment 11 of this invention detects the near velocity vector (a rate, the flight direction) of said mobile 120. An inclination theta 1 which according to this example uses said distance measuring equipment 11-1 and 2 sets of 11-2 so that it may illustrate, and is different in each And it is made to scan in single dimension with theta 2 (theta1 <theta2). Inclination theta 1 After the mobile 120 was detected by the distance

NOTICES

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

measuring equipment 11-1 to scan, it is an inclination theta 2. It has and this mobile 120 is detected by the distance measuring equipment 11-2 to scan. If alpha1, alpha2, and the time difference of those are set to deltaT for both this distance measuring equipment 11-1, each distance measuring equipment 11-1 at the time of detection by 11-1, and the detection include angle of the scanning direction of 11-1, it is possible although the near velocity vector (a rate, the flight direction) of a mobile 120 is detected from these values.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the organization chart showing the example of a measurement device by the scan of the single dimension of the distance measuring equipment using the typical laser beam of the obstruction detection approach of this invention.

[Drawing 2] It is the whole perspective view showing typically the mode at the time of the range measurement by this invention approach.

[Drawing 3] It is the flow Fig. showing the procedure of the fundamental detection approach by the 1st example of this invention.

[Drawing 4] It is the explanatory view of the road surface datum line and an obstruction detection condition obtained according to the flow of drawing 3 .

[Drawing 5] It is the explanatory view of the fundamental detection flow by the 2nd example of this invention, the road surface datum line obtained by that cause, and an obstruction detection condition.

[Drawing 6] It is the calculation explanatory view of the road surface datum line when making the roll angle, pitch angle, and height of distance measuring equipment into a measuring element.

[Drawing 7] It is the explanatory view showing typically the rolling condition and the detection mode at the time of a car.

[Drawing 8] It is the explanatory view showing typically the detection mode of this cavity in case a cavity exists ahead.

[Drawing 9] It is the explanatory view of the arithmetic unit for making automatically various kinds of data processing in the obstruction detection approach of this invention.

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

[Drawing 10] It is the explanatory view of the flow which shows the 1st example of the existence-or-nonexistence presumption approach of the obstruction of this invention, the road surface datum line obtained by that cause, and an obstruction detection condition.

[Drawing 11] It is the explanatory view of the flow which shows the 2nd example of the existence-or-nonexistence presumption approach of the obstruction of this invention, the road surface datum line obtained by that cause, and an obstruction detection condition.

[Drawing 12] It is the conceptual diagram of the detection mode of the mobile by the distance measuring equipment concerning this invention.

[Drawing 13] It is the conceptual diagram of other detection modes of the mobile by the distance measuring equipment concerning this invention.

[Drawing 14] It is the organization chart showing the example of a measurement device which shows the mode of the scan by the laser distance measuring equipment of the conventional 2-dimensional scan.

[Drawing 15] It is the calculation explanatory view of distance measuring equipment and the measure point location which becomes settled according to the geometric constraint of a measure point.

[Description of Notations]

1 Laser Oscillation Machine

2 Half Mirror

3 Rotating Polygon

10 Car

11, 11-1, 11-2 Distance measuring equipment

12 Obstruction

13 Laser Beam

14 Arithmetic Unit

100 Laser Oscillation Machine

101 Rotating Polygon

102 Galvanomirror

120 Mobile

theta Pitch angle of a measuring device (inclination)

alpha Measurement vectorial angle

* NOTICES *

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

phi Roll angle

K The count of a scan

j The operation number of steps for every scan

Hs Height of a measuring device

L Measurement distance

LK.i Measurement distance in measure point i acquired by the Kth scan

A Distance data population

E He is a distance data ensemble (E**A) in a setting range beforehand.

Co He is a distance data ensemble in a setting range (Co **A) beforehand.

Cj Distance data ensemble of the j-th step

latest starting time Standard road surface datum line

BLK.j The road surface datum line of the j-th step of the Kth scan

latest-starting-time.i Distance value corresponding to measure point i which can be found from the standard road surface datum line

BLK.j.i Distance value corresponding to measure point i on the road surface datum line of the j-th step of the Kth scan

num Distance data ensemble Cj The number of data

W Width of face of a cavity

V Mean velocity of a car

f The scan rate of distance measuring equipment

The count of a scan continuously detected as an obstruction of concave

th Inclination over a measure point

alp Vectorial angle over a measure point

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-75032

(P2000-75032A)

(43)公開日 平成12年3月14日(2000.3.14)

(51)Int.Cl.⁷

G 01 S 17/93

B 60 R 21/00

G 01 S 17/10

G 01 V 8/20

G 08 G 1/16

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 01 S 17/88

A 5 H 18 0

17/10

5 H 30 1

G 08 G 1/16

C 5 J 08 4

G 05 D 1/02

S

B 60 R 21/00

6 2 4 D

審査請求 未請求 請求項の数17 OL (全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平10-248477

(22)出願日

平成10年9月2日(1998.9.2)

(71)出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72)発明者 小川 義弘

神奈川県平塚市四ノ宮2597 株式会社小松
製作所特機事業本部内

(74)代理人 100091948

弁理士 野口 武男

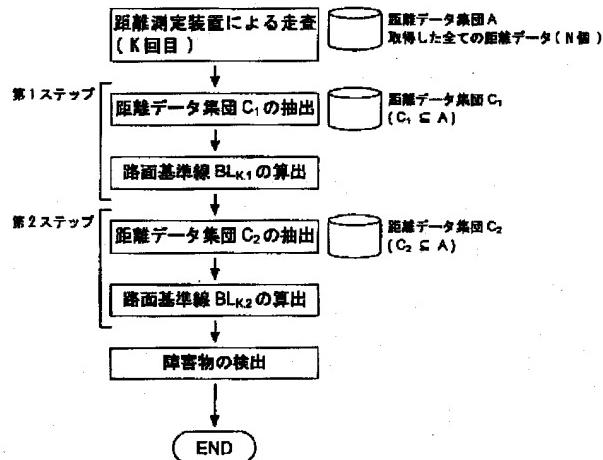
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 走行路上の障害物の検出方法及びその存否推定方法

(57)【要約】

【課題】高精度な高度地図を作成することなく、データ量を少なくして障害物の有無と大まかな位置(距離、方向)を検出し、データ取得時間及び分析時間を大幅に短縮すると共に、信頼性の高いデータ処理を行い、走行中に走行路上に存在する障害物を確実に検出することを可能にした障害物の検出方法を提供する。

【解決手段】走行する車両(10)上に設置された距離測定装置(11)を一次元に走査させて、一回の走査ごとの全測定ポイント(i)からなる距離データ母集団Aから、統計処理的演算により一部又は全部の距離データ集団(C_j)を抽出する。この距離データ集団(C_j)と所定の演算式に基づき、第1～第nステップのデータ演算を繰り返して各ステップ(j)ごとの路面基準線 $BL_{K,j}$ を演算装置にて決定し、全測定ポイント(i)の各距離データとその各測定ポイントに対応する最終的な前記路面基準線 $BL_{K,n}$ 上の距離値とを比較回路にて比較する。比較して得られる前記値が閾値内にあると判断されたとき、目標どおりの走行路を維持して、次回以降の走査を行う。



本発明の第1実施例による基本的検出方法の手順を示すフロー図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 走行する車両上に設置された距離測定装置を一次元に走査させること、

一回の走査ごとの全測定ポイントの距離データ母集団Aから、演算装置の基準線算出部にて統計処理的演算により一部又は全部の距離データを抽出し路面基準線データ集団C₁を抽出すること、

抽出された前記距離データを用い、所定の演算式に基づき、第1ステップのデータ演算を行って路面基準線B L_{K,1}を基準線算出部にて決定すること、

前記距離データ母集団Aの一部又は全部の距離データと、その各測定ポイントに対応する第j-1ステップの路面基準線B L_{K,j-1}(j:2からnまでのステップ数)上の距離値とを比較することで新たに距離データ集団C_jを抽出し、更に新たに抽出された距離データ集団C_j(j:2からnまでのステップ数)の距離データに基づき第jステップの路面基準線B L_{K,j}を算出すること、

これを第nステップまで繰り返して最終的な路面基準線B L_{K,n}を基準線算出部にて決定すること、及び演算装置の比較部にて前記距離データ母集団Aの一部又は全部の距離データとその各測定ポイントに対応する路線基準線B L_{K,n}上の距離値とを比較して走行路上の障害物を検出し、さらに次回以降の走査に移行すること、を含むことを特徴とする走行路上の障害物の検出方法。

【請求項2】 前記距離データ母集団Aから、走行予定方向の所定の路幅内にある全てもしくは一部の距離データを抽出して距離比較データ集団Eとすること、前記距離データ母集団Aから、走行予定方向の所定の路幅近傍にある全てもしくは一部の距離データを抽出して路面基準線データ集団C₀とすること、

各ステップごとの演算で、前記距離データ母集団Aの代わりに前記路面基準線データ集団C₀から抽出した距離データ集団C_jから路面基準線B L_{K,j}を演算装置の基準線算出部にて決定すること、

演算装置の比較部にて比較する際に、前記距離比較データ集団Eに属する全距離データと各測定ポイントに対応する前記最終路面基準線B L_{K,n}上の距離値とを比較すること、を含む請求項1記載の障害物の検出方法。

【請求項3】 前記演算装置の比較部にて比較する値を、各測定ポイントの距離データと前記最終路面基準線B L_{K,n}上の対応する距離値との差を、その路面基準線B L_{K,n}上の対応する距離値で除した偏差率とする請求項1又は2記載の障害物の検出方法。

【請求項4】 第jステップにおける前記距離データ集団C_j(j:1からnまでの任意のステップ数)の抽出を、各走査の最初に設定される標準路面基準線L_{ST}に基づき、前記距離データ母集団A又は路面基準線データ集団C₀の各測定ポイントの距離データと前記標準路面基

て、その閾値内にある距離データを抽出することにより行う請求項2又は3記載の障害物の検出方法。

【請求項5】 第jステップにおける前記距離データ集団C_j(j:1からnまでの任意のステップ数)の抽出を、sステップ前のデータ演算により得られた路面基準線B L_{K,j-s}に基づき、前記距離データ母集団A又は路面基準線データ集団C₀の各測定ポイントの距離データと前記路面基準線B L_{K,j-s}上の対応する距離値との偏差又は偏差率を求めて、その閾値内にある距離データを抽出することにより行う請求項2又は3記載の障害物の検出方法。

【請求項6】 第jステップにおける前記距離データ集団C_j(j:1からnまでの任意のステップ数)の抽出を、q回前(前回も含む)の走査より算出された路面基準線B L_{K,q,n}に基づき、前記距離データ母集団A又は路面基準線データ集団C₀の各測定ポイントの距離データと前記路面基準線B L_{K,q,n}上の対応する距離値との偏差又は偏差率を求めて、その閾値内にある距離データを抽出することにより行う請求項2又は3記載の障害物の検出方法。

【請求項7】 第jステップにおける前記距離データ集団C_j(j:1からnまでの任意のステップ数)の抽出を、q回前(前回も含む)の走査により算出された路面基準線B L_{K,q,n}とq回前の走査で得た距離データとから算出される偏差又は偏差率に基づき、その閾値内にある今回(K回目)の走査による前記距離データ母集団A又は路面基準線データ集団C₀の各測定ポイントに対応する距離データを抽出することにより行う請求項2又は3記載の障害物の検出方法。

【請求項8】 前記一次元で走査した範囲を複数の領域に分割し、各領域におけるデータ抽出の閾値の値を異なる請求項6又は7記載の障害物の検出方法。

【請求項9】 第jステップにおける前記距離データ集団C_j(j:1からnまでの任意のステップ数)の抽出を請求項4~7のいずれかに記載の抽出方法の組み合わせにより行う走行路上の障害物の検出方法。

【請求項10】 第jステップにおける前記路面基準線B L_{K,j}(j:1からnまでの任意のステップ数)を、各測定ポイントごとの距離データと求める路面基準線B L_{K,j}との偏差d_iの絶対値のm乗の総和を最小とするように算出して決定する請求項1~3のいずれかに記載の障害物の検出方法。

【請求項11】 第jステップにおける前記路面基準線B L_{K,j}(j:1からnまでの任意のステップ数)を、測定ポイントの位置に関わらず前記標準路面基準線L_{ST}から一定量だけオフセットした線として算出することにより決定する請求項1~3のいずれかに記載の障害物の検出方法。

【請求項12】 第jステップにおける前記路面基準線B

測定ポイントごとに前記標準路面基準線 L_{st} から所定のオフセット量をもってオフセットして得られる線として算出することにより決定する請求項1～3のいずれかに記載の障害物の検出方法。

【請求項13】第 j ステップにおける前記路面基準線 $B_{L_{k,j}}$ (j : 1 から n までの任意のステップ数) を、測定ポイントの位置に関わらず q 回前 (前回も含む) の走査により算出された前記路面基準線 $B_{L_{k,q,n}}$ から一定量だけオフセットした線として算出することにより決定する請求項1～3のいずれかに記載の障害物の検出方法。

【請求項14】第 j ステップにおける前記路面基準線 $B_{L_{k,j}}$ (j : 1 から n までの任意のステップ数) を、測定ポイントごとに q 回前 (前回も含む) の走査により算出された前記路面基準線 $B_{L_{k,q,n}}$ から所定のオフセット量をもってオフセットして得られる線として算出する請求項1～3のいずれかに記載の障害物の検出方法。

【請求項15】第 j ステップにおける前記路面基準線 $B_{L_{k,j}}$ (j : 1 から n までの任意のステップ数) が、距離測定装置のピッチ角及び／又はロール角、並びに距離測定装置の高さから、幾何学的拘束条件に基づき導出される直線である請求項1～3のいずれかに記載の障害物の検出方法。

【請求項16】障害物が移動体であり、車両が第1及び第2の前記距離測定装置を有してなり、各距離測定装置を異なる俯角をもってそれぞれ一次元的に走査させること、第1及び第2の各距離測定装置の走査時に前記比較回路により距離データの一部に閾値外の距離データの存在が確認されると、その対応する各距離データの走査ポイント及び同ポイント間の検出時間差から移動体の移動速度と移動方向とを検出することを含んでなる請求項1記載の障害物の検出方法。

【請求項17】走行する車両上に設置された距離測定装置を一次元に走査させること、一回の走査ごとの全測定ポイントの距離データ母集団A 又はそのうちの路幅内の路面基準線データ集団 C_0 から抽出したデータ集団を用いて統計処理的演算によりステップ $j-1$ における路面基準線を算出すること、ステップ j における距離データ集団 C_j を抽出する前に障害物の有無の推定を実施し、"無し"の場合には、 C_j の抽出処理を省略して次の走査に移行し、"有り"の場合には C_j の抽出処理をなすことを特徴とする走行路上の障害物の存否推定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は移動ロボットや自律走行車両などの車両による走行路上に存在する各種の障害物、例えば凹凸地形や岩石、倒木、飛来する移動体な

【0002】

【従来の技術】前述の車両が自律走行もしくは半自律走行するためには、前方の地形の凹凸を認識しなければならない。そのためには、車両から凹凸地形までの距離や高さとその方向を測定する必要がある。従来、これらの地上の障害物を認識するための装置としてレーザレンジファインダやステレオカメラを使用したものが知られている。従来の検出システムは、これらの装置を用いて、地面を二次元的に計測して地形の詳細な凹凸地図を作成し、障害物を検出している。

【0003】以下に、レーザ光を二次元に走査させて障害物までの距離や高さ、その範囲を精密に検出するレーザレンジファインダを使用する場合について簡単に説明する。図14は二次元走査式のレーザ距離測定装置の概略を示している。同図によると、レーザ距離測定装置は、目標物に向けて射出したレーザ光が反射して戻ってくるまでの時間から目標物までの距離を測定する装置である。このとき、レーザ発振器100から発せられたレーザ光(送信光)を、回転多面鏡101とガルバノミラー102を用いて二次元に走査することで、次々と距離データを検出して、センシングエリア内の各ポイントまでの距離を測定する。

【0004】車両上から、この測定を行おうとするときは、レーザ光を二次元に走査し、車両が走行しようとするエリア全体にわたってセンシングを繰り返し、各ポイントの距離データと方位から地形の凹凸(高度)を記した正確な地図(高度地図)を作成し、車両が走行不可能な領域(障害物領域)を検出し、走行経路の計画を行う。

【0005】一般に前記高度地図を作成するには、図15において各測定ポイントの座標(位置: X, Y, Z)を、レーザ距離測定装置と測定ポイントの幾何学的拘束条件(測定ポイントに対する俯角 t_h 、方向角 a_{lp} 、測定装置の高さ H_s 、測定距離 L)から算出することによりなされる。このとき、各測定ポイントの座標位置(X, Y, Z)は、車両のピッティング及びローリングの影響をうける。その影響をうけないための対策として、①車両を停止させるか極低速にする、②傾斜角センサ等により車体のピッティング、ローリングをセンシングし、位置データを座標変換する、③センサをジンバル等を用いて空間に安定させる、④車輪半径を大きくする、⑤ホイールベース(車軸間距離)を長くする、⑥トレッド(輪距)を広くする、⑦ホイールベース及びトレッドの中央にセンサを設置するなどの配慮が必要である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかるに、これらの検出システムでは、データ数が極めて多くなるため、その取得時間及び分析時間が長くなり、更には計測にあたって車両のローリング及びピッティングの影響を受けるた

であった。その結果、車両を一旦停止もしくは極低速で走行させながら障害物の検出を実施した後、通常走行を再開せざるを得ず、俊敏な行動をとることは不可能であった。

【0007】従って、本発明の目的は、高精度な高度地図を作成することなく、データ量を少なくすることで、データ取得時間及び分析時間を大幅に短縮すると共に、信頼性の高いデータ処理を行い、通常の走行中に走行路上に存在する、或いは走行路上を飛来してくる障害物を確実に検出することを可能にした障害物の検出方法及びその存否推定方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段及び作用効果】本発明は、従来のごとく二次元に走査をせずに、且つ高精度な高度地図を作成せず、路面上にレーザ光もしくは超音波、ミリ波を一次元に走査しながら、一回の走査ごとに車両の通行できないような走行路上の障害物の存否を検出する。すなわち、かかる障害物が存在すると、そのエリアにおける路面の凹凸の振幅が他のエリアの振幅よりも大きくなることに着目し、その振幅の変化をもって、障害物の有無及び大まかな距離、方向を検出する。本件請求項1～17に係る発明によれば、次のような構成を備えており、上述の目的が達成される。

【0009】請求項1に係る発明は、走行する車両上に設置された距離測定装置を一次元に走査させること、一回の走査ごとの全測定ポイントの距離データ母集団Aから、演算装置の基準線算出部にて統計処理の演算により一部又は全部の距離データを抽出し路面基準線データ集団C₁を抽出すること、抽出された前記距離データを用い、所定の演算式に基づき、第1ステップのデータ演算を行って路面基準線B_{LK,1}を基準線算出部にて決定すること、前記距離データ母集団Aの一部又は全部の距離データと、その各測定ポイントに対応する第j-1ステップの路面基準線B_{LK,j-1}(j:2からまでのステップ数)上の距離値とを比較することで新たに距離データ集団C_jを抽出し、更に新たに抽出された距離データ集団C_j(j:2からnまでのステップ数)の距離データに基づき第jステップの路面基準線B_{LK,j}を基準線算出部にて算出すること、これを第nステップまで繰り返して最終的な路面基準線B_{LK,n}を基準線算出部にて決定すること、及び演算装置の比較部にて前記距離データ母集団Aの一部又は全部の距離データとその各測定ポイントに対応する路面基準線B_{LK,n}上の距離値とを比較して走行路上の障害物を検出し、次回以降の走査に移行する。ここで、障害物検出のための比較判断の閾値は固定の値でもよく、或いはその値を補正する必要が生じた場合には、後述するように適宜補正することもできる。

【0010】すなわち、走行する車両上から一次元的に複数回の走査を繰り返しながら、各走査ごとに得られる

定する。この路面基準線の設定にあたって、各走査ごとの第1ステップとして、走査により得られる前記距離データのうちから所望のデータを抽出して路面基準線データ集団C₁とし、この抽出された距離データ集団C₁の距離データに基づき第1ステップの路面基準線を算出し、第2ステップとして距離データ母集団Aの距離データと第1ステップの算出した路面基準線上の測定ポイントに対応する距離値とを比較し、その比較値が閾値の範囲に入る距離データを距離データ母集団Aの全て又は所要の走査範囲から改めて抽出して距離データ集団C₂とし、この抽出された距離データ集団C₂の距離データに基づき第2ステップの路面基準線を算出する。こうした操作を第nステップまで繰り返し、最終的な路面基準線B_{LK,n}を導き出す。このときのステップ数nは周辺の状況を考慮して適宜決定される。

【0011】請求項2に係る発明は、請求項1に係る発明にあって、前記距離データ母集団Aから、走行予定方向の所定の路幅内にある全てもしくは一部の距離データを抽出して距離比較データ集団Eとすること、前記距離データ母集団Aから、走行予定方向の所定の路幅近傍にある全てもしくは一部の距離データを抽出して路面基準線データ集団C₀とすること、各ステップごとの演算で、前記距離データ母集団Aの代わりに前記路面基準線データ集団C₀から抽出した距離データ集団C_j(j:1からnまでのステップ数)から路面基準線B_{LK,j}を演算装置にて決定すること、比較回路にて比較する際に、前記距離比較データ集団Eに属する距離データとその測定ポイントに対応する前記最終路面基準線B_{LK,n}上の距離値とを演算装置の比較部にて比較することを含むものである。

【0012】この発明によれば、請求項1における路面基準線データ集団C_j(j:1からnまでのステップ数)の他に、走行予定方向の所定の路幅内にある全ての距離データを抽出して距離比較データ集団Eとし、走行予定方向の所定の路幅近傍にある全ての若しくは一部の距離データを抽出して路面基準線データ集団C₀とし、前記路面基準線データ集団C₀を、路面基準線データ集団C_j(j:1からnまでのステップ数)を抽出するときの距離データの母集団として扱い、前記距離比較データ集団Eの全ての距離データを上記演算装置の比較部にて比較するときの測定データとしている。これは、比較値の信頼性を確保するためであり、周辺状況により請求項1の発明と本発明とを使い分ける。

【0013】請求項3に係る発明は、前記演算装置の比較部にて比較する値を、各測定ポイントiの距離データと前記路面基準線B_{LK,n}上の対応する距離値との差を、その路面基準線B_{LK,n}上の対応する距離値で除した偏差率とするものであり、信頼性の高い検出結果が得られる。

ップごとに前記距離データの抽出にあたって、路面基準線を導出するための多様な距離データの抽出手法を規定しており、請求項4に係る発明にあっては、第jステップにおける前記距離データ集団C_j（j：1からnまでの任意のステップ数）の抽出を、各走査の最初に設定される標準路面基準線L_{ST}に基づき、前記距離データ母集団A又は路面基準線データ集団C₀の各測定ポイントの距離データと前記標準路面基準線L_{ST}上の対応する距離値との偏差又は偏差率を求めて、その閾値内にある距離データを抽出することにより行う。

【0015】請求項5に係る発明は、第jステップにおける前記距離データ集合C_j（j：1からnまでの任意のステップ数）の抽出を、sステップ前のデータ演算により得られた路面基準線B L_{K,j-s}に基づき、前記距離データ母集団A又は路面基準線データ集団C₀の各測定ポイントの距離データと前記路面基準線B L_{K,j-s}上の対応する距離値との偏差又は偏差率を求めて、その閾値内にある距離データを抽出することにより行う。

【0016】請求項6に係る発明は、第jステップにおける前記距離データ集団C_j（j：1からnまでの任意のステップ数）の抽出を、q回前（前回も含む）の走査により算出された路面基準線B L_{K,q,n}に基づき、前記距離データ母集団A又は路面基準線データ集団C₀の各測定ポイントの距離データと前記路面基準線B L_{K,q,n}上の対応する距離値との偏差又は偏差率を求めて、その閾値内にある距離データを抽出することにより行う。

【0017】請求項7に係る発明は、第jステップにおける前記距離データ集団C_j（j：1からnまでの任意のステップ数）の抽出を、q回前（前回も含む）の走査により算出された路面基準線B L_{K,q,n}とq回前の走査で得た距離データとから算出される偏差又は偏差率に基づき、その閾値内にある今回（K回目）の走査による前記距離データ母集団A又は距離比較データ集団Eの各測定ポイントに対応する距離データを抽出することにより行う。

【0018】請求項8に係る発明は、前記請求項6又は7に係る発明にあって、前記一次元で走査した範囲を複数の領域に分割し、各領域における閾値の値を異ならせて設定することを規定している。そして、請求項9に係る発明のように前記距離データ集団C_j（j：1からnまでの任意のステップ数）の抽出を請求項4～7のいずれかに記載の抽出方法の組み合わせにより行うこともあり得ることを規定している。

【0019】請求項10～請求項15は、上記路面基準線B L_{K,j}（j：1からnまでの任意のステップ数）の算出手法を規定しており、請求項10に係る発明にあっては、第jステップにおける前記路面基準線B L_{K,j}（j：1からnまでの任意のステップ数）を、各測定ポイントごとの距離データと求める路面基準線B L

うに算出することにより行い、請求項11に係る発明にあっては、測定ポイントの位置に関わらず前記標準路面基準線L_{ST}から一定量だけオフセットした線として算出している。

【0020】また、請求項12に係る発明は、第jステップにおける前記路面基準線B L_{K,j}（j：1からnまでの任意のステップ数）を、各測定ポイントごとに前記標準路面基準線L_{ST}から所定のオフセット量をもってオフセットして得られる線として算出するものである。

【0021】請求項13及び請求項14に係る発明は、前記路面基準線B L_{K,j}（j：1からnまでの任意のステップ数）を、測定ポイントの位置に関わらずq回前（前回も含む）の走査により算出された前記路面基準線B L_{K,q,n}から一定量だけオフセットした線として算出するか、或いは測定ポイントごとにq回前（前回も含む）の走査により算出された前記路面基準線B L_{K,q,n}から所定のオフセット量をもってオフセットした線として算出することを規定している。

【0022】請求項15に係る発明は、上述したように車両上の距離測定装置から測定ポイントまでの距離のみを測定することに代えて、距離測定装置のピッチ角及び／又はロール角、並びに距離測定装置の高さをも考慮して測定するものであり、前記路面基準線B L_{K,j}（j：1からnまでの任意のステップ数）が、距離測定装置のピッチ角及び／又はロール角、並びに距離測定装置の高さから、幾何学的拘束条件に基づいて直線として導出することを規定している。

【0023】以上の検出対象は、地上に存在する障害物であることが一般的であるが、請求項16に係る発明は、障害物が移動体である場合があることを規定しており、特にそのおおよその移動速度と方向を検出するに好適な手法を挙げている。勿論、上述の発明と同様の手法によつても、その移動と位置を検出し得ることは理解できよう。請求項16によれば、請求項1記載の発明にあって車両が第1及び第2の前記距離測定装置を有しており、各距離測定装置を異なる俯角をもってそれぞれ一次元的に走査されること、第1及び第2の各距離測定装置の走査時に前記比較回路により距離データの一部に閾値外の距離データの存在が確認されると、その対応する各距離データの走査ポイント及び同ポイント間の検出時間差から移動体の移動速度と移動方向とを検出することを含んでいる。

【0024】請求項17に係る発明は、上述のごとく一回の走査のたびにステップ数nをもって距離データの抽出とデータ演算を繰り返し行うことなく、例えば第1ステップ目の距離データの抽出とデータ演算により得られる路面基準線によって、その走査では障害物が存在しないとする検出結果が出たときは、以降のステップによる距離データの抽出とデータ演算を行うことなく、次回の

存在する可能性のある結果が出たときは、第2～第nステップの距離データの抽出とデータ演算を行い、障害物の有無を確定したのちに、次回のスキャニングに移行する、障害物の存否推定方法を規定している。

【0025】すなわち、走行する車両上に設置された距離測定装置を一次元的にスキャンさせること、一回のスキャンごとに全測定ポイントの距離データ母集団A又はある所定の路幅内の路面基準線データ集団C₀から統計処理的演算により抽出された一部又は全部の距離データを抽出すること、ステップjにおける距離データ集団C_jを抽出する前に障害物の有無の推定を実施すること、障害物が無いと推定したときは、C_jの抽出処理を省略して次の走査に移行すること、有りと推定したときは、C_jの抽出処理を行う。

【0026】

【発明の実施形態】以下、本発明方法の好適な実施の形態を、図面を参照しながら具体的に説明する。図1は本実施例におけるレーザ光を使った距離測定装置の概略構成を示している。同図によればレーザ発振器1からのレーザ光をハーフミラー2を介して回転多面鏡3により一次元に走査させ、その反射光を前記ハーフミラー2で反射させて検出し、その測定データを図示せぬ演算装置に入力し、各種の統計的処理及び比較演算処理を行って、以下に説明するように走行路上にある障害物を検出する。なお、ここで言う走査とは、水平方向に限らず、垂直方向、或いは水平に対して所要の角度をもって走査する場合をも含んでいる。

【0027】図2は、車両10に設置した距離測定装置11による走行時の障害物検出の様子を略示している。同図において、符号12は走行路上にある障害物であり、距離測定装置11からのレーザ光13をセンシングライン上に走査している途中の測定ポイントiの位置に前記障害物12の一部が存在することを検出している状態を示している。図3は本発明による障害物の検出方法の基本的なフローを示しており、図4は本発明の第1実施例による障害物検出時の路面基準線の導出例を示している。

【0028】いま、図2に示すように走行する車両10上に設置された距離測定装置11を一次元に走査させ、その一回の走査ごとの全測定ポイントの距離データ母集団Aから、一部又は全部の距離データ集団C₁を抽出する。この距離データ集団C₁の抽出は、図4に示すように前記距離データ母集団Aの測定ポイントiにおける測定距離値L_{K,i}と走査ごとに最初に設定される標準路面基準線L_{St}上の測定ポイントに対応する距離値L_{St,i}との偏差(L_{St,i}-L_{K,i})を算出し、上下の閾値T_{H1}、T_{H2}の範囲内にある距離データを抽出することにより行う。このとき、前記各測定距離値L_{K,i}と距離値L_{St,i}との偏差に代えて、次式による偏差率によって

の設定は、図6に示すような平坦と仮定した路面と走行面との交線、つまり幾何学的拘束条件に基づき単純に求まる走査線、又は後述するような多様な手法をもって前回の走査で最終的に求められた路面基準線B_{LK,1,n}をそのまま使ってなされる。なお、幾何学的拘束条件(対地ピッチ角θ、ロール角φ、高さH_s)は走行中に都度測定する場合もあり得る。

$$T H L 2 \leq (L_{St,i} - L_{K,i}) / L_{St,i} \leq T H H 2$$

ここで、THL2は下側閾値、THH2は上側閾値である。

【0029】このようにして得られた距離データ集合C₁に属する各測定距離値L_{K,i}と曲線との偏差の絶対値の2乗の総和を最小にする曲線を求め、この曲線を第1ステップの路面基準線B_{LK,1}とする。

【0030】次に、この路面基準線B_{LK,1}を上記標準路面基準線L_{St}に代えて使い、前述の手順に従って同様に測定ポイントiにおける測定距離値L_{K,i}と前記路面基準線B_{LK,1}上の測定ポイントiに対応する距離値B_{LK,1,i}との偏差或いは偏差率を求めて距離データ集団Aから距離データ集団C₂を抽出し、第2ステップの路面基準線B_{LK,2}を求める。この演算操作を数回(n回)繰り返し、第nステップの最終的な路面基準線B_{LK,n}を求める。本実施例では、第2ステップにて最終的な路面基準線B_{LK,2}を決定している。

【0031】この路面基準線B_{LK,2}を求めたのちに、上記距離データ母集団Aに属する各測定ポイントiにおける各測定距離値L_{K,i}と、前記距離基準線B_{LK,2}上の測定ポイントiに対応する距離値B_{LK,2,i}との偏差率を求め、その偏差率が上下の閾値内にあるか否かを比較回路にて比較し、閾値の範囲にあるときは障害物なしと判断して、走行路を変更することなく、次の走査に移行して、同様の手順で走行を続ける。もし、障害物ありと判断したときは、その信号がコンピュータの記憶部に記憶されるとともに、走行路を変更する指示がなされる。

【0032】なお、本実施例にあっては、上記標準路面基準線L_{St}に代えて、前回又はq回前の走査により得られた路面基準線B_{LK,q,n}を使うこともできる。また、本実施例では第2ステップまで演算して路面基準線B_{LK,2}を求めたが、第1ステップにより得られた路面基準線B_{LK,1}により、直ちに前述の障害物の判断を行うようにしてよい。

【0033】次に、本発明の更に合理的な第2実施例を図5のフロー及び障害物検出時の路面基準線の導出例を参照しつつ説明すると、先ず前記距離データ母集団Aのうち、走査範囲にある全ての測定ポイントにおける距離データを使わなくとも、走行予定方向のある一定の路幅近傍にある最もしくは一部の測定ポイントの距離データだけを抽出すればよい場合が多い。そこで、本実施例

る一定の路幅内にある測定ポイントの距離比較データ集団Eを抽出し、さらに、前記距離データ母集団Aのうち、走行予定方向のある一定の路幅近傍にある測定ポイントの路面基準線データ集団C₀を抽出している。

【0034】そして、前記路幅近傍の路面基準線データ集団C₀から上述のようにして抽出された前記距離データ集団C_j(j:1からnまでの任意のステップ数)に基づき、第nステップまでデータ演算を繰り返して各ステップごとの路面基準線B L_{K,j}を算出し、最終的な路面基準線B L_{K,n}を導き出す。次いで、距離比較データ集団Eの全測定ポイントの各距離データとその各測定ポイントに対応する前記路面基準線B L_{K,n}上の距離値とが演算装置の比較部にて比較され、障害物の有り無しを判断する。

【0035】なお、K回目の走査による障害物の検出にあたり、前回又はq回前の走査により得られた路面基準線B L_{K-q,n}を使い、距離データ集団C_j(j:1からnまでの任意のステップ数)を抽出する上下の閾値を決めたり、前回又はq回前の走査により得られた路面基準線B L_{K-q,n}を使って演算装置の比較部の上下の閾値を決めたりして、障害物の有無を検出することもあり得る。

【0036】次に、上記路面基準線B L_{K,j}の導出方法の他の手法としては、第jステップの距離データ集団C_jに基づいて、各走査の最初に設定される準路面基準線L_{ST}を、測定ポイントの位置に関わらず一定量だけオフセットした線を路面基準線とすることもできる。

【0037】このときのオフセット量(y)は、次式により決める。

$$y = \{ \Sigma (L_{ST,i} - L_{K,i}) \} / num$$

ここで、

L_{ST,i} : 標準路面基準線から求まる測定ポイントiに対応する路面までの距離値

L_{K,i} : K回目の走査により取得した測定ポイントiにおける測定距離値である距離データ集団C_jの要素

num : 距離データ集団C_jの距離データ数

なお、上記手法にて算出した路面基準線B L_{K,j}上の測定ポイントiに対応する距離値は次式により決まる。

$$B L_{K,j,i} = L_{ST,i} - y$$

。

【0038】また、上記距離データ集団C_jに基づいて、各走査の最初に設定される標準路面基準線L_{ST}を、測定ポイントの位置に応じてオフセット量を変更してオフセットした線を路面基準線とする。このとき、測定ポイントiにおけるオフセット量は次式により求める。

$$y_i = [\Sigma \{ (L_{ST,i} - L_{K,i}) / L_{ST,i} \}] \times L_{ST,i}$$

ここで、

L_{ST,i} : 標準路面基準線から求まる測定ポイントiに対

L_{K,i} : K回目の走査により取得した測定ポイントiにおける測定距離値である距離データ集団C_jの要素

num : 距離データ集団C_jの距離データ数

なお、上記手法にて算出した路面基準線B L_{K,j}上の測定ポイントiに対応する距離値は次式により決まる。

$$B L_{K,j,i} = L_{ST,i} - y_i$$

。

【0039】更に、本発明にあって上記路面基準線B L_{K,j}の導出方法の他の手法としては、第jステップの距離データ集団C_jに基づいて、前回又はq回前(K-q回目)の走査で算出した路面基準線B L_{K-q,n}を、測定ポイントiの位置に関わらず一定量だけ上記式により算出したオフセット量をオフセットした線を基準線とするか、或いは第jステップの距離データ集団C_jに基づいて、前回又はq回前(K-q回目)の走査で算出した路面基準線B L_{K-q,n}を、測定ポイントiの位置に応じて上記式により算出したオフセット量を変更してオフセットした線を基準線とすることもできる。

【0040】ところで、通常は上記手法にて走行路上の障害物を検出することで十分であるが、走行車両のピッチング及びローリングが無視できず、或いはより正確な検出精度を確保しようとする場合には、これらの条件を同時に加味することも可能である。図6は前記走行車両のピッチ角θ、ロール角φ及び地上から距離測定装置までの高さH_Sを考慮して導出される路面基準線B L_{K,j}を示している。

【0041】すなわち、既述した車両上の距離測定装置から測定ポイントまでの距離のみを測定することに代えて、距離測定装置の対地ピッチ角θ及び/又はロール角φ、並びに高さH_Sを測定し、路面を平面と仮定して、この路面と距離測定装置の走査面との交線、つまり図6に示す幾何学的拘束条件から求まる直線を路面基準線B L_{K,j}として導出することもできる。この場合、距離測定装置をスタビライザを介して車両に取り付けたり、或いは図6に示すように車両走行時に検出される距離測定装置の対地ピッチ角θ及び/又はロール角φ、並びに高さH_Sに基づき障害物の有無を判定するにあたり、比較部に予め設定されている上記閾値を補正する必要性が生じることもある。

【0042】図7はローリング時の走行車両からの距離測定態様を示している。同図からも理解できるように、(路面基準線上の測定ポイントiに対応する距離値B L_{K,n,i})から(前記障害物上の点までの測定距離値L_{K,i})の差は偏差d_iとなり、ローリング及びピッキングにおける障害物の高さH_iは、d_i/B L_{K,n,i}(偏差率)に比例することが理解できることから、図7に示すように偏差率の値が上下の閾値から外れたときは、回避すべき高さをもつ障害物があると判断できる。

とのできない陥没部があった場合にも、その陥没部を検出することが可能である。ここで、車両が越えることのできない陥没部とは、凹陥部の幅Wに依存する。図8は走行路上に陥没部があるときの検出状態を示している。いま、車両はVの平均速度で走行しており、距離測定装置による一次元の走査がK回なされたとする。

【0044】前記通過不能な陥没部を検出するには、測定ポイント_iにおいてa回前(K-a回)の走査からK回目までの走査の全てについて、連続して凹の障害物として検出し、かつTHLEN < V × a / fを満たす場合に、測定ポイント_iを越境不可能な陥没部と判断する。ここで、fは距離測定装置の走査レート(Hz)、THLENは閾値であり、V × a / fは陥没部の幅Wに略等しい。

【0045】以上の演算は全て図9に示すような演算装置14により行われる。この演算装置14は、内部に、距離測定装置11により取得した距離データ母集団Aから路面基準線データ集団C₀及び距離比較データ集団Eを抽出する前処理部、前記距離データ母集団A又は前記路面基準線データ集団C₀から路面基準線を導出する基準線演算部、同基準線演算部にて導出した路面基準線と前記距離データ母集団A又は距離比較データ集団Eの各距離データとから算出する偏差もしくは偏差率を用いて障害物の存否を判断する比較部、距離測定装置から距離データを受信すると共に車両コントロール装置に障害物データ(方向、距離、高さ)を送信するI/F部、及び同I/F部のデータ送受信をコントロールするコントロール部とを備えている。

【0046】ここで、前記路面基準線データ集団C₀とは、距離測定装置の1回の走査により得られる全ての距離データ集団である距離データ母集団Aから抽出された全距離データ又は一部の距離データからなるデータ集団であって、第jステップの路面基準線B_{LK,j}を導出するときの、基本となるデータ集団をいう。また、前記距離比較データ集団Eとは、距離測定装置の1回の走査により得られる全距離データのうち、走行予定方向の所定の路幅内にある全て又は一部の距離データからなるデータ集団であって、上記比較回路において障害物の存否を判断するときに使われるデータ集団である。

【0047】一方、本発明による障害物の検出方法には、上述のようにして各種のデータ処理を行わずとも、更に簡単なデータ処理、或いは障害物の有無を推定すれば足りる場合をも含している。すなわち、障害物の上記第1及び第2実施例による検出方法のフローに対し、第1ステップの距離データ集団C₁を抽出する前に、路面基準線データ集団C₀を用いて障害物の有無を推定し、障害物“無し”と推定した場合には、距離データ集団C₁の抽出以降の処理を省略し、次の走査に移行することで、更に処理速度の改善が図れる。

のフロー及びその路面基準線B_{LK,n}を示している。上記路面基準線データ集団C₀において、隣合う測定ポイント(i-1, i)若しくは一定間隔の測定ポイント間の距離値の差d_{L,i}(=L_{K,i-p}-L_{K,i})が全てある範囲以内にあれば障害物無しと推定する。一方、その範囲以内にないものが存在するときは、障害物有りと判断し、上記第2実施例の距離データ集団C_jの抽出処理に移行する。

【0049】この場合、路面基準線データ集団C₀において、隣り合う測定ポイントもしくは一定間隔のポイント間の距離値の比r_{L,i}(=L_{K,i-p}/L_{K,i})をもって、障害物の有無を推定することもできる。また、路面基準線データ集団C₀において、隣り合う測定ポイントもしくは一定間隔の測定ポイント間の検出距離の差d_{L,i}(=L_{K,i-p}-L_{K,i})或いは比r_{L,i}(=L_{K,i-p}/L_{K,i})からなる集団を構成し、これらの集団のばらつき(標準偏差、分散)により障害物の有無を推定する。更には、前述の方法を複数個組み合わせ、その論理演算(論理積、論理和)によりデータ修正を判断することもある。

【0050】図11は第2の障害物の有無の推定方法のフロー及びその路面基準線B_{LK,n}を示しており、前述の第1の障害物有無の推定方法に対し、距離データ集団C₁を抽出する前に、路面基準線データ集団C₀を用いて算出した路面基準線B_{LK,0}を利用して障害物の有無を推定し、障害物“無し”と推定した場合には、距離データ集団C₁の抽出以降の処理を省略し、次の走査に移行することで処理速度の改善を図っている。

【0051】距離測定装置により測定して取得した各測定ポイントの全ての距離データからなる距離データ母集団Aの全部もしくは一部からなる路面基準線データ集団C₀と同路面基準線データ集団C₀から上記手法にて算出した路面基準線B_{LK,0}との相関性を調べ、その相関性が高い場合には障害物無しと推定する。一方、そうでない場合には障害物有りと判断し、前記第2実施例の距離データ集団C_jの抽出処理に移行する。

【0052】また、上記相関性を用いた障害物の有無を推定する手法の他に、以下の方法がある。前記路面基準線B_{LK,0}上の測定ポイント_iに対応する距離値L_{K,0,i}と測定ポイント_iにおける測定距離値L_{K,i}(L_{K,i} ∈ E)との偏差di(B_{LK,0,i}-L_{K,i})、又はその偏差diを距離値B_{LK,0,i}で除した偏差率di/B_{LK,0,i}が全て所定の範囲以内にあれば障害物なしと推定する。一方、そうでない場合には障害物有りと判断し、前記第2実施例の、距離データ集団C_jの抽出処理に移行する。

【0053】更には、前記路面基準線B_{LK,0}上の測定ポイント_iに対応する距離値B_{LK,0,i}と測定ポイント_iにおける測定距離値L_{K,i}(L_{K,i} ∈ E)との偏差d

し、この集団B3のばらつき（標準偏差、分散）がある値以下にあれば障害物なしと推定する。一方、そうでない場合には障害物有りと判断し、前記第2実施例の、距離データ集団C_jの上記抽出処理に移行する。

【0054】或いは前記路面基準線BL_{K,0}上の測定ポイントiに対応する距離値BL_{K,0,i}と測定ポイントiにおける測定距離値L_{K,i}（L_{K,i} ∈ E）との偏差d_i（=BL_{K,0,i}-L_{K,i}）を、距離値BL_{K,0,i}で除した偏差率d_i/BL_{K,0,i}からなる集団B4を構成し、この集団B4のばらつき（標準偏差、分散）がある値以下にあれば障害物なしと推定する。一方、そうでない場合には障害物有りと判断し、前記第2実施例の、距離データ集団C_jの抽出処理に移行する。また、これらの推定方法を複数個組み合わせた方法もある。

【0055】更に、本発明における障害物の検出方法は、地上に存在する障害物の検出に限らず、例えば本発明に係る検出方法によれば、移動体を検出車両の走行位置に到達する以前に十分に検出が可能なため、検出車両が走行中に移動体のおおよその位置及び大きさをも検出することが可能である。

【0056】図12は、移動体の飛来に対する車両上の本発明に係る距離測定装置による検出時を模式的に示している。すなわち、同図に示すように距離測定装置11を所定の俯角θをもって一次元に走査させる。ここでいう移動体120の速度を300m/secとして、前記距離測定装置11、例えばレーザ距離センサによる距離測定限度は300mであるとすると、距離測定装置11により計測し、発見するまでに要する処理速度は50m/sec以内、例えば移動体120がミサイルであれば、発見してから迎撃指令が発せられて迎撃するまでの時間は20 msec以内でなし得ることから、

(50msec + 20msec) × 300m/sec (= 21m) < 300m
となり、十分な余裕をもって前記移動体120の飛来に対して対処することが可能である。

【0057】図13は、本発明の距離測定装置11により前記移動体120のおおよその速度ベクトル（速度、飛翔方向）を検出するときの模式図である。この例によれば、図示するように前記距離測定装置11-1, 11-2を2組使用し、それぞれを異なる俯角θ₁及びθ₂（θ₁ < θ₂）をもって一次元的に走査させる。俯角θ₁で走査する距離測定装置11-1により移動体120が検出されたのちに、俯角θ₂をもって走査する距離測定装置11-2により同移動体120が検出される。この両距離測定装置11-1, 11-1による検出時の各距離測定装置11-1, 11-1の走査方向の検出角度をα₁, α₂、その時間差をΔTとすると、これらの値から移動体120のおおよその速度ベクトル（速度、飛翔方向）を検出するが可能である。

【図面の簡単な説明】

使った距離測定装置の一次元の走査による測定機構例を示す機構図である。

【図2】本発明方法による距離測定時の態様を模式的に示す全体斜視図である。

【図3】本発明の第1実施例による基本的検出方法の手順を示すフロー図である。

【図4】図3のフローに従って得られる路面基準線と障害物検出状態の説明図である。

【図5】本発明の第2実施例による基本的検出フローとそれにより得られる路面基準線と障害物検出状態の説明図である。

【図6】距離測定装置のロール角、ピッチ角及び高さを測定要素としたときの路面基準線の算出説明図である。

【図7】車両のローリング状態とそのときの検出態様を模式的に示す説明図である。

【図8】前方に凹陥部が存在するときの同凹陥部の検出態様を模式的に示す説明図である。

【図9】本発明の障害物検出方法における各種のデータ処理を自動的になすための演算装置の説明図である。

【図10】本発明の障害物の存否推定方法の第1実施例を示すフローとそれにより得られる路面基準線と障害物検出状態の説明図である。

【図11】本発明の障害物の存否推定方法の第2実施例を示すフローとそれにより得られる路面基準線と障害物検出状態の説明図である。

【図12】本発明に係る距離測定装置による移動体の検出態様の概念図である。

【図13】本発明に係る距離測定装置による移動体の他の検出態様の概念図である。

【図14】従来の二次元走査のレーザ距離測定装置による走査の態様を示す測定機構例を示す機構図である。

【図15】距離測定装置と測定ポイントの幾何学的拘束条件により定まる測定ポイント位置の算出説明図である。

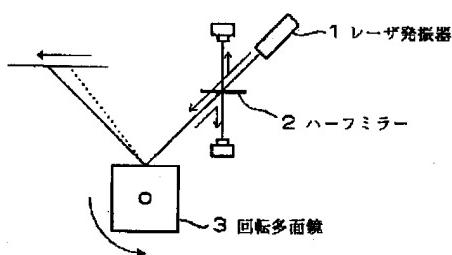
【符号の説明】

1	レーザ発振器
2	ハーフミラー
3	回転多面鏡
10	車両
11, 11-1, 11-2	距離測定装置
12	障害物
13	レーザ光
14	演算装置
100	レーザ発振器
101	回転多面鏡
102	ガルバノミラー
120	移動体
θ	測定装置のピッチ角（俯角）
α	測定方向角

K	走査回数
j	走査ごとの演算ステップ数
H _s	測定装置の高さ
L	測定距離
L _{K,i}	K回目の走査により取得した 測定ポイント i における測定距離
A	距離データ母集団
E	予設定範囲内の距離データ集
団 (E ⊆ A)	
C _o	予設定範囲内の距離データ集
団 (C _o ⊆ A)	
C _j	第 j ステップの距離データ集
団	
L _{ST}	標準路面基準線
B L _{K,j}	K回目走査の第 j ステップの

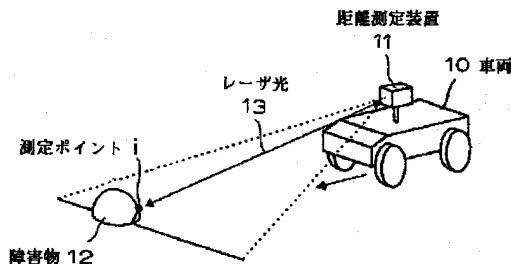
路面基準線	
L _{ST,i}	標準路面基準線から求まる測 定ポイント i に対応する距離値
B L _{K,j,i}	K回目走査の第 j ステップ の路面基準線上の測定ポイント i に対応する距離値
num	距離データ集団 C _j のデータ 数
W	凹陥部の幅
V	車両の平均速度
f	距離測定装置の走査レート
a	連続して凹の障害物として検
t _h	出した走査回数
a 1 p	測定ポイントに対する俯角
	測定ポイントに対する方向角

【図1】



本発明の障害物検出方法の代表的なレーザ光を使った距離測定装置の
一次元の走査による測定機構例を示す機構図

【図2】



本発明方法による距離測定時の態様を模式的に示す全体斜視図

【図4】

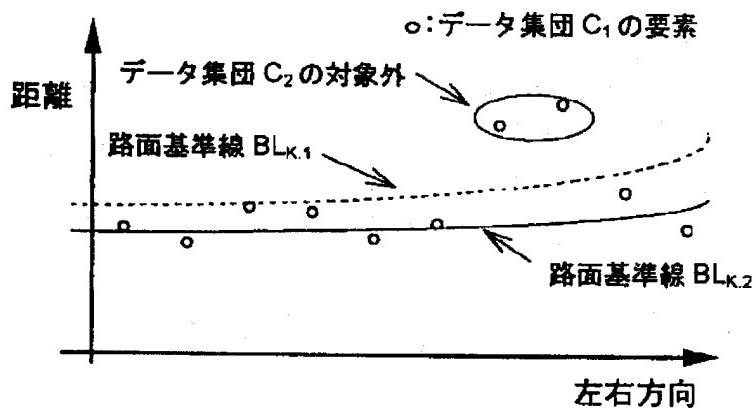
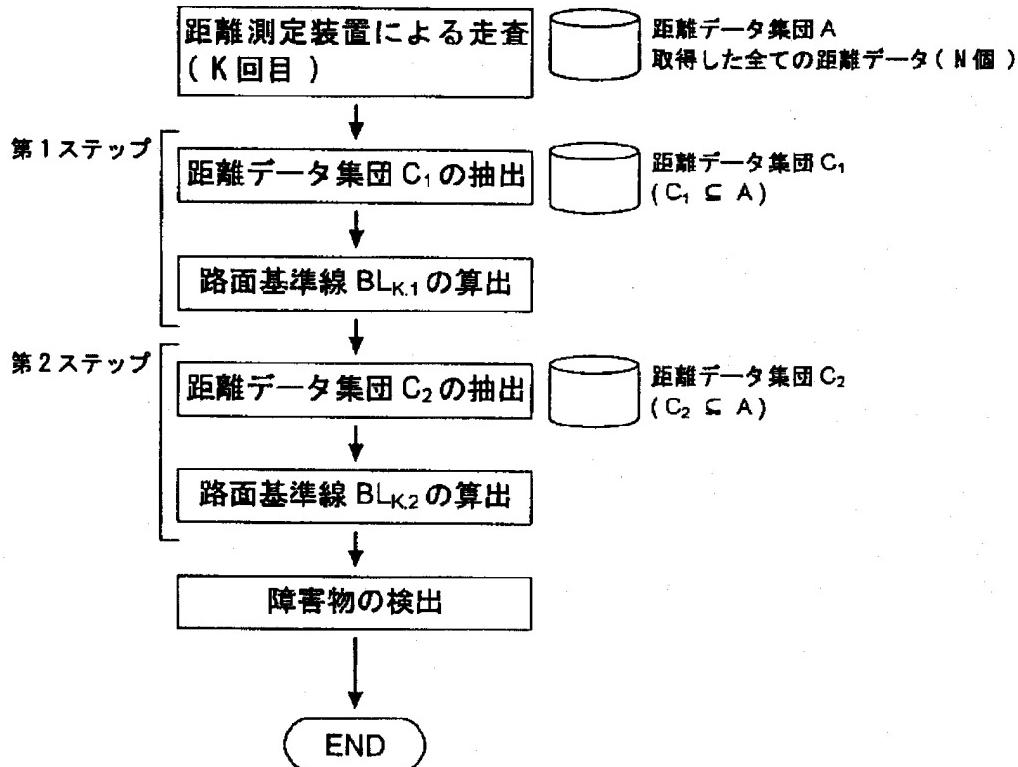
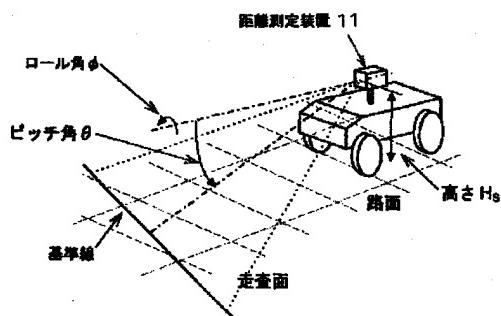


図3のフローに従って得られる標準路面基準線と障害物検出状態の
説明図

【図3】



【図6】



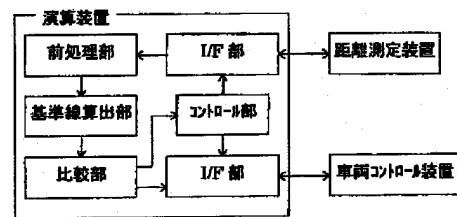
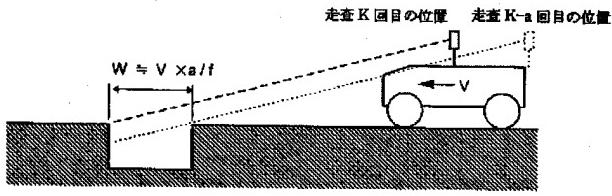
【図7】



【図9】

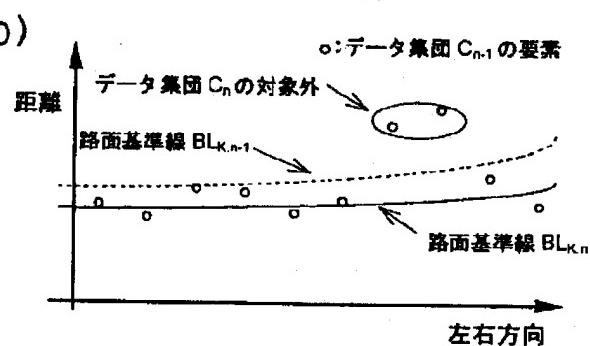
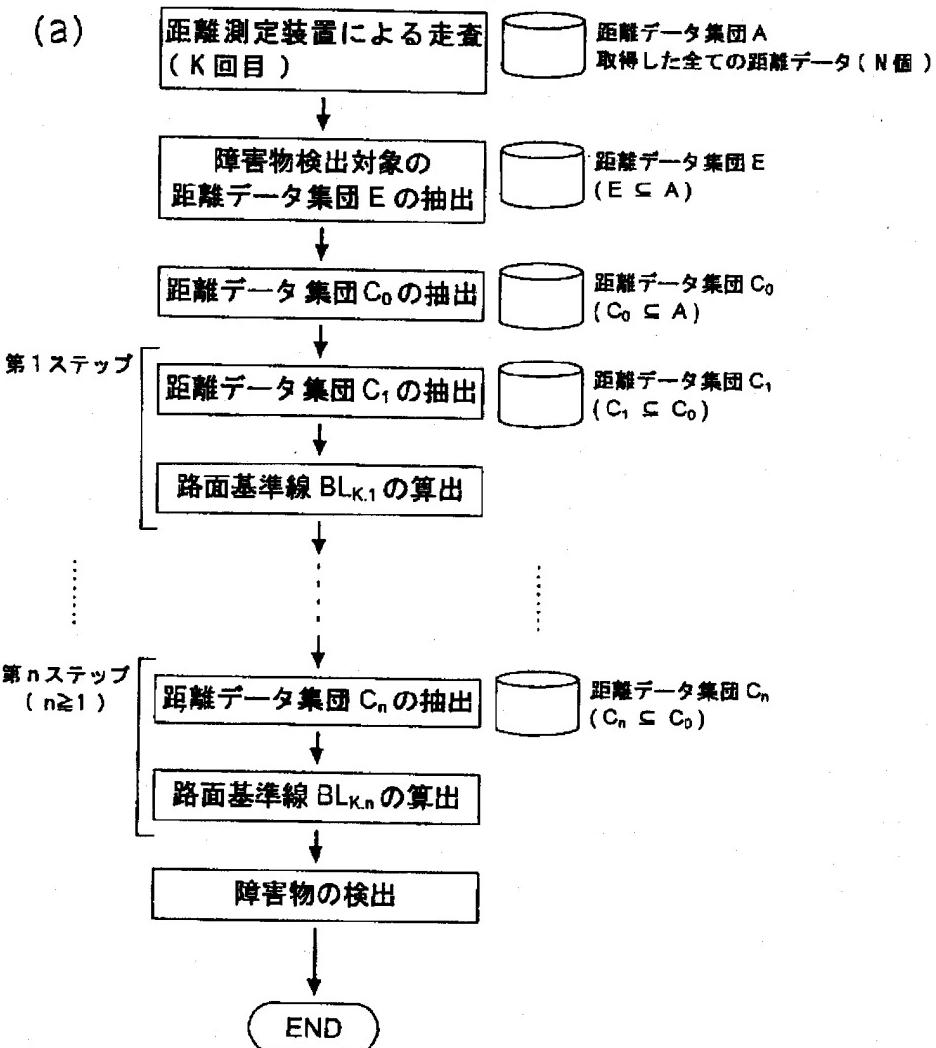
距離測定装置のロール角、ピッチ角及び高さを測定要素としたときの路面基準線の算出説明図

【図8】



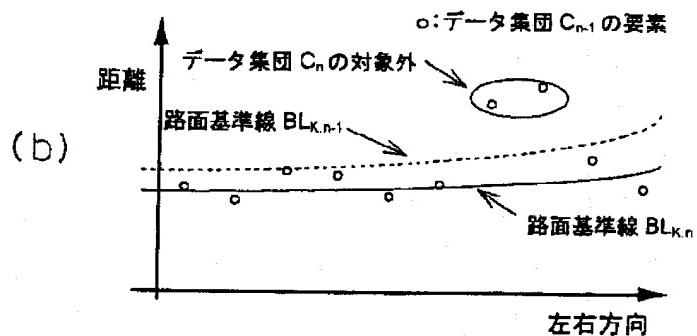
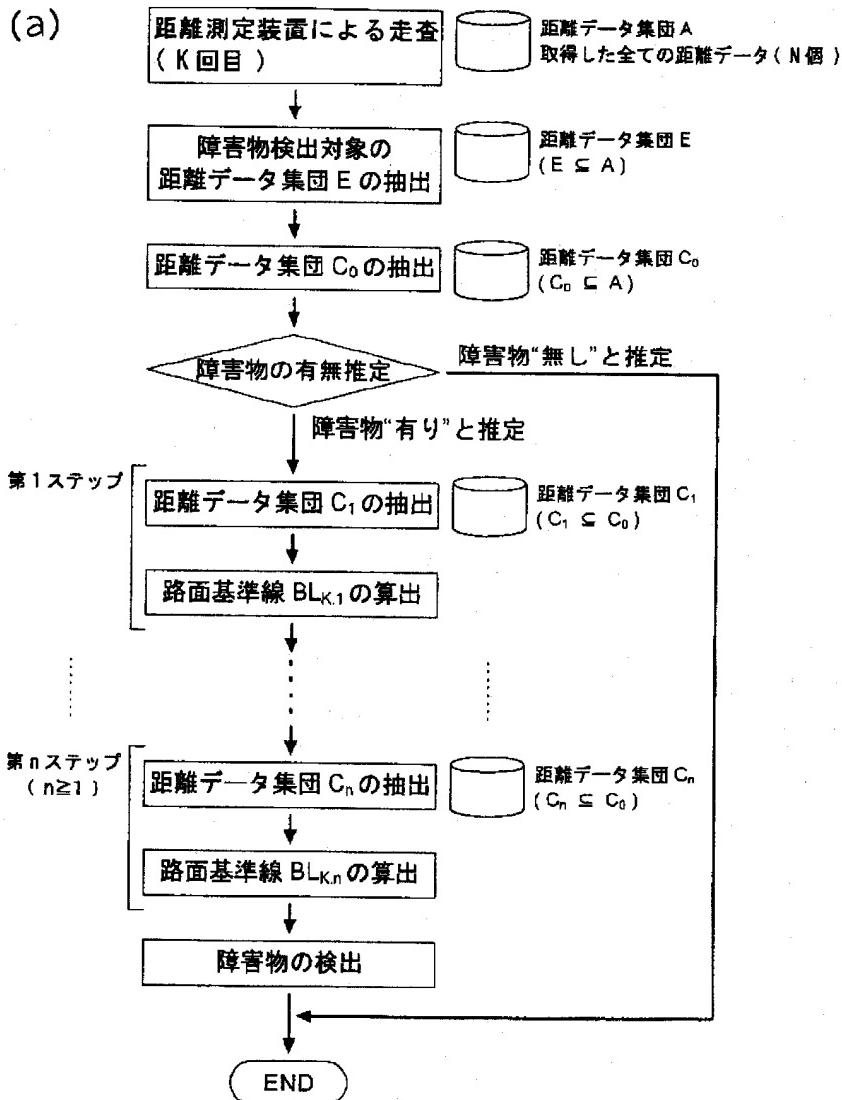
36

【図5】



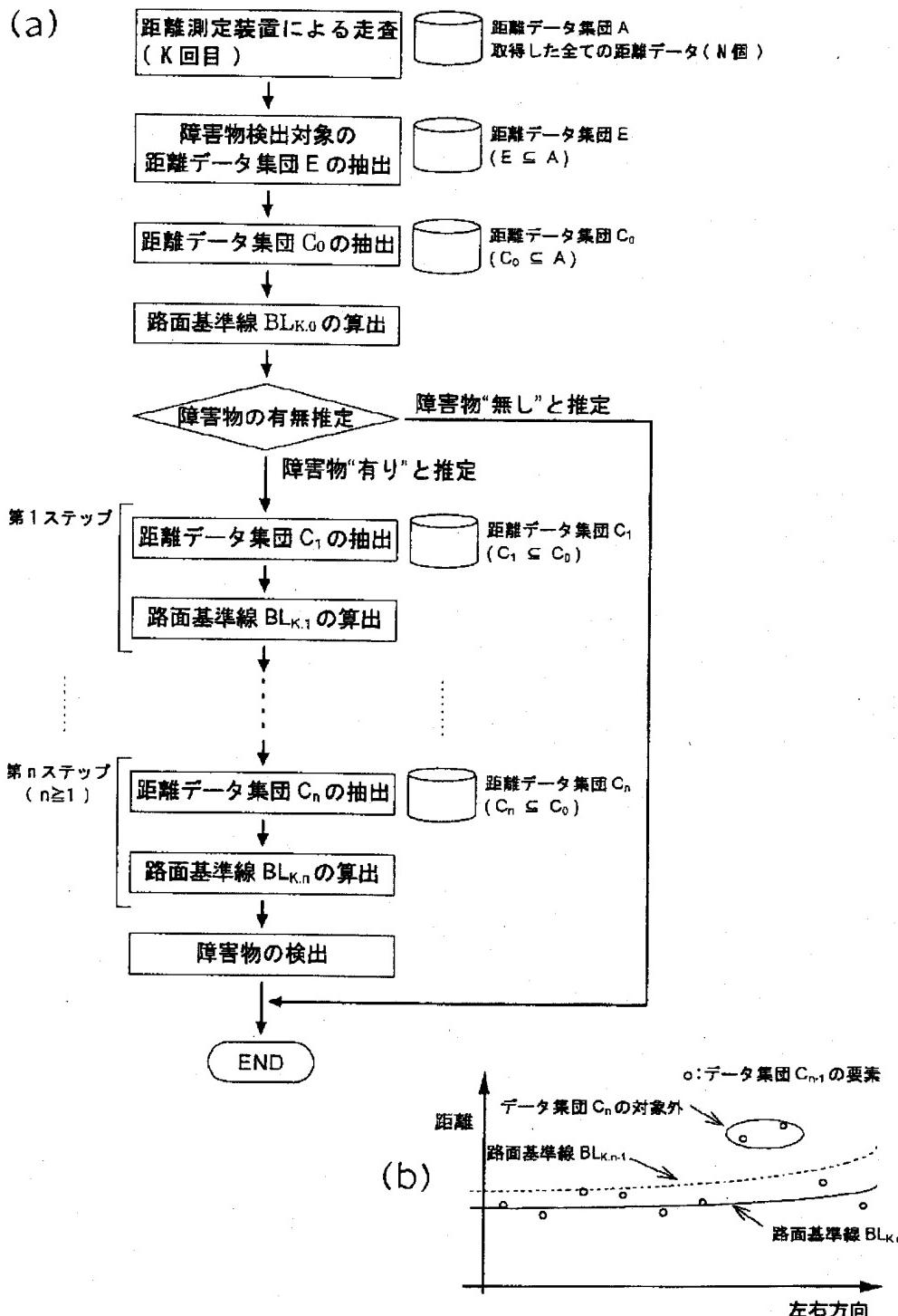
本発明の第2実施例による基本的検出フローとそれにより得られる路面基準線と障害物検出状態の説明図

【図10】



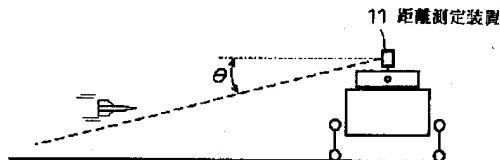
本発明の障害物の存否推定方法の第1実施例を示すフローとそれにより得られる路面基準線と障害物検出状態の説明図

【図11】



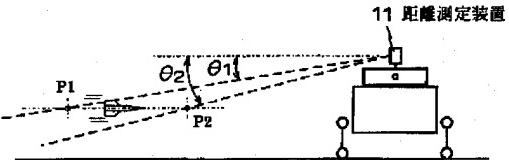
本発明の障害物の存否推定方法の第2実施例を示すフローとそれにより得られる路面基準線と障害物検出状態の説明図

【図12】



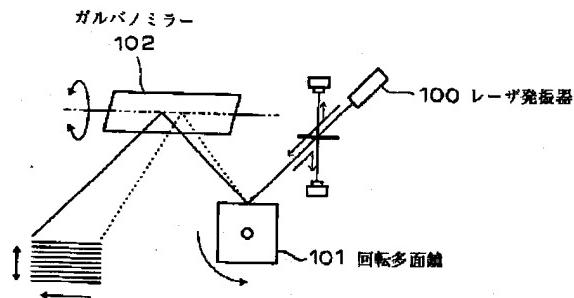
本発明に係る距離測定装置による移動体の検出態様の概念図

【図13】

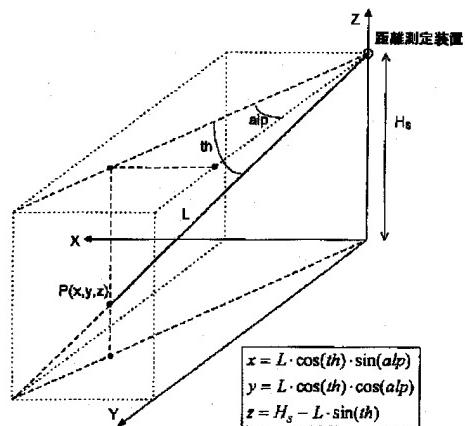


本発明に係る距離測定装置による移動体の他の検出態様の概念図

【図14】

従来の二次元走査のレーザ距離測定装置による走査の態様を示す
測定機構構造を示す機構図

【図15】

距離測定装置と測定ポイントの幾何学的拘束条件により定まる
測定ポイント位置の算出説明図

フロントページの続き

(51) Int.C1.⁷

識別記号

// G 0 5 D 1/02

F I

データコード(参考)

B 6 0 R 21/00

6 2 4 E

G 0 1 V 9/04

Q

Fターム(参考) 5H180 AA01 CC03 CC12 LL01
 5H301 AA01 BB20 CC03 CC06 DD05
 DD16 DD17 FF06 FF10 FF15
 LL01 LL08 LL11 LL14
 5J084 AA01 AA05 AA07 AA09 AA10
 AA13 AB05 AB17 AC02 AC07
 AD01 AD06 BA03 BA11 BA32
 BA49 BB26 BB28 CA25 CA32
 CA80 DA01 DA09 EA05